

Vehicle driver sleep warning system with heart beat sensor

Patent number: DE4400207
Publication date: 1994-07-07
Inventor: KAWAKAMI YOSHINAKA (JP); TAKIGAWA YOSHIHARU (JP); ISOMURA ARIHIRO (JP); KAMIYA KOUICHI (JP); HAMATANI KATSUNORI (JP)
Applicant: MITSUBISHI MOTORS CORP (JP)
Classification:
- **international:** A61B5/18; A61B5/0245; B60K28/06; B60Q9/00
- **european:** A61B5/18; G08B21/06
Application number: DE19944400207 19940105
Priority number(s): JP19930000783 19930106

Also published as:

 JP6197888 (**Abstract of DE4400207**

A steering angle sensor (21) is provided for detecting the steering angle of the motor vehicle. A steering alertness determination system (23) determines the alertness of the vehicle driver, depending on the steering angle. A warning control circuit (30) activates warning devices (26, 28, 29), depending on the alertness of the driver, as determined by the heart beat alertness determination unit (19) and the steering alertness determination system (23).

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 44 00 207 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁵:
A 61 B 5/18
A 61 B 5/0245
B 60 K 28/06
B 60 Q 9/00

②1 Aktenzeichen: P 44 00 207.6
②2 Anmeldetag: 5. 1. 94
④3 Offenlegungstag: 7. 7. 94

DE 44 00 207 A 1

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1
06.01.93 JP P 5-783

⑦1 Anmelder:
Mitsubishi Jidosha Kogyo K.K., Tokio/Tokyo, JP

⑦4 Vertreter:
Kern, R., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 80336 München

⑦2 Erfinder:
Kawakami, Yoshinaka, Kariya, Aichi, JP; Takigawa,
Yoshiharu, Okazaki, Aichi, JP; Isomura, Arihiro,
Kariya, Aichi, JP; Kamiya, Kouichi, Anjo, Aichi, JP;
Hamatani, Katsunori, Okazaki, Aichi, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Vorrichtung und Verfahren zur Verbesserung der Wachheit eines Fahrers eines Fahrzeugs

⑤7 Es wird eine Vorrichtung zum Warnen vor dem Einschlafen beim Fahren mit verbesserter Sicherheit vorgeschlagen, die schrittweise eine vorsorgliche Warnung vor dem Einschlafen beim Fahren in Abhängigkeit von einer Abnahme der Wachheit ausgeben kann, wobei Herzschlag-Verarbeitungsmittel eine Referenz-Herzschlagfrequenz des Fahrers in Abhängigkeit von einer durch Herzschlag-Verarbeitungsmittel berechneten Herzschlagfrequenz des Fahrers festlegen. Mittel zur Bestimmung der Wachheit in Abhängigkeit vom Herzschlag die Referenz-Herzschlagfrequenz mit der von den Herzschlag-Verarbeitungsmittel berechneten Herzschlagfrequenz vergleichen, um den Wachheitsgrad des Fahrers zu bestimmen, Lenkwinkeldaten-Verarbeitungsmittel einen Referenzwert des Lenkkomponentenparameters des Fahrers bei einem wachen Zustand in Abhängigkeit von Lenkwinkeldaten festlegen, Mittel zur Bestimmung der Wachheit in Abhängigkeit vom Lenken den Referenzwert mit dem in Abhängigkeit von den Lenkwinkeldaten berechneten Lenkkomponentenparameter vergleichen, um den Wachheitsgrad des Fahrers zu bestimmen, und Warnsteuermittel schrittweise die Betätigung der Vielzahl von Warnmitteln zur individuellen Ausgabe einer Warnung vor dem Einschlafen beim Fahren in Abhängigkeit vom Wachheitsgrad des Fahrers steuern, der durch die Mittel zur Bestimmung der Wachheit in Abhängigkeit vom Herzschlag und durch die Mittel zur Bestimmung der Wachheit in Abhängigkeit vom Lenken bestimmt wurde.

DE 44 00 207 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 05. 94 408 027/347

41/37

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Verbesserung der Wachheit bzw. des Bewußtseins eines Fahrers eines Fahrzeugs durch Aufwecken des Fahrers des Fahrzeugs, wenn festgestellt wird, daß die Wachheit des Fahrers des Fahrzeugs abnimmt, weil der Fahrer des Fahrzeugs einschläft.

Als Ergebnis der Verbesserungen des Straßennetzes hat sich in letzter Zeit die Bewegungsmöglichkeit von Fahrzeugen beträchtlich verbessert, und mehr Leute verbringen einen beträchtlichen Teil ihrer Zeit mit Fahren. Generell neigen die Fahrer dazu, ihr Fahrzeug unabhängig davon, ob sie müde sind, zu fahren. Wenn der Fahrer das Fahrzeug über eine ausgedehnte Zeit ohne Pause bedient, stellt sich Müdigkeit ein, die zu einer verringerten Wachheit des Fahrers und deshalb zu einer gesteigerten Möglichkeit eines Unfalls führt.

Um dies zu verhindern, wurde eine Verbesserung der Wachheit eines Fahrers eines Fahrzeugs vorgeschlagen, bei der der Wachheitszustand des Fahrers in Abhängigkeit von der Herzschlagfrequenz des Fahrers und der Bedienung des Lenkrades durch den Fahrer abgeschätzt wird.

Eine zum Stand der Technik gehörende Vorrichtung zum Verbessern der Wachheit eines Fahrers eines Fahrzeugs, bei der der Wachheitszustand in Abhängigkeit von der Herzschlagfrequenz des Fahrers abgeschätzt wird, benutzt die direkte Relation zwischen der Herzschlagfrequenz und dem Wachheitszustand des Fahrers, wobei die Herzschlagfrequenz des Fahrers einen fast konstanten Wert über eine ausgedehnte Zeitspanne annimmt, wenn der Fahrer völlig wach ist, und schätzt die Wachheit des Fahrers in Abhängigkeit von Abweichungen der aktuellen Herzschlagfrequenz relativ von der Herzschlagfrequenz, wenn der Fahrer völlig wach ist, ab.

Eine weitere zum Stand der Technik gehörende Vorrichtung zur Verbesserung der Wachheit eines Fahrers eines Fahrzeugs, die den Wachheitszustand des Fahrers in Abhängigkeit von der Betätigung des Lenkrades durch den Fahrer abschätzt, erkennt, daß eine Feinlenkperiode des Lenkrades auftritt, wenn der Fahrer völlig wach ist, und die Lenkperiode des Lenkrades ansteigt, wenn der Fahrer weniger wach ist. Die Vorrichtung detektiert eine spezifische Lenkperiode von dem des Rechts- und Linksdrehen des Lenkrades durch den Fahrer und schätzt die Wachheit des Fahrers von der detektierten Lenkperiode ab.

Die JP 56-2227 offenbart eine Vorrichtung zur Verbesserung der Wachheit des Fahrers eines Fahrzeugs, die eine vorläufige Warnung erzeugt, wenn ein monotoner Fahrzustand detektiert wird, und die eine wirkliche Warnung ausgibt, wenn die Reaktionszeit des Fahrers eine vorbestimmte Zeit überschreitet, um dadurch die Wachheits des Fahrers in zwei Schritten zu bestimmen.

Bei der JP 5-3921 werden weiter Instruktionsmittel zur Stimulation benutzt, die den Stimulationsgrad in Abhängigkeit von der Wachheit des Fahrers variieren.

Beide, die JP 56-2227 und 5-3921, bestimmen die Wachheit des Fahrers in zwei Schritten und die Tatsache, daß eine Abnahme der Wachheit des Fahrers über die Zeit variiert, wird nicht berücksichtigt.

Deshalb ergibt sich eine Gefahr, daß, wenn der Fahrer weiterfährt, nachdem eine Abnahme der Wachheit detektiert wird, zum Beispiel durch Ausgabe einer vorläufigen Warnung, die Wachheit des Fahrers nicht mehr genauer bestimmt und eine entsprechende Warnung in

Abhängigkeit von der Wachheit des Fahrers nicht ausgegeben werden kann.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Verbesserung der Wachheit eines Fahrers eines Fahrzeugs zu schaffen, die verschiedene Warnungen in Abhängigkeit vom Level der Wachheit des Fahrers erzeugen können, der von individuellen Unterschieden der Fahrer nicht beeinflusst wird.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Verbesserung der Wachheit eines Fahrers eines Fahrzeugs gelöst, die einen Herzschlagsensor zum Detektieren der Herzschlag-Puls-Information des Fahrers, Mittel zur Bestimmung der Wachheit des Fahrers in Abhängigkeit von einem detektierten Signal des Herzschlagsensors, einen Lenkwinkelsensor zur Detektion eines Lenkwinkels des Fahrzeugs, Mittel zur Bestimmung der Wachheit des Fahrers in Abhängigkeit von einem detektierten Signal des Lenkwinkelsensors und Warnsteuermittel zur schrittweisen Steuerung der Betätigung einer Vielzahl von Warnmitteln in Abhängigkeit vom Wachheitsgrad des Fahrers, der durch die Mittel zur Bestimmung der Wachheit vom Herzschlag und die Mittel zur Bestimmung des Wachheitsgrad von der Lenkung bestimmt wird, umfassen.

So bestimmen die Mittel zur Bestimmung des Wachheitsgrad des Fahrers in Abhängigkeit vom Herzschlag den Wachheitsgrad des Fahrers in Abhängigkeit von der Herzschlaginformation, die vom Herzschlagsensor detektiert wird, die Mittel zur Bestimmung der Wachheit des Fahrers in Abhängigkeit vom Lenkwinkel bestimmen den Wachheitsgrad des Fahrers in Abhängigkeit von Lenkwinkeldaten, die von dem Lenkwinkelsensor detektiert werden, und die Warnsteuermittel steuern schrittweise die Betätigung der Vielzahl von Warnmitteln in Abhängigkeit von einer Reaktion des Fahrers gemäß den Bestimmungsergebnissen der Mittel zur Bestimmung der Wachheit in Abhängigkeit vom Herzschlag und der Mittel zur Bestimmung der Wachheit in Abhängigkeit von der Lenkung.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Zeichnung erläutert.

Fig. 1 zeigt ein Blockdiagramm, das die Struktur einer erfindungsgemäßen Ausführungsform einer Vorrichtung zur Verbesserung der Wachheit eines Fahrers eines Fahrzeugs darstellt;

Fig. 2 zeigt eine schematische, perspektivische Ansicht, die das Aussehen eines Fahrzeuginnenraums bei der Ausführungsform darstellt;

Fig. 3 zeigt ein Diagramm, das zeitliche Änderungen der Wachheit eines Fahrers darstellt;

Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung, die einen Zusammenhang zwischen den Herzschlagpulsen von einem Herzschlagsensor und Herzschlagfrequenzdaten, die von Herzschlag-Verarbeitungsmitteln berechnet wurden, darstellt;

Fig. 5 zeigt ein Flußdiagramm, das den Verarbeitungsablauf der Herzschlag-Verarbeitungsmittel der Ausführungsform zusammen mit den Fig. 6 und 7 darstellt;

Fig. 6 zeigt ein Flußdiagramm, das den Verarbeitungsablauf der Herzschlag-Verarbeitungsmittel der Ausführungsform zusammen mit den Fig. 5 und 7 darstellt;

Fig. 7 zeigt ein Flußdiagramm, das den Verarbeitungsablauf der Herzschlag-Verarbeitungsmittel der Ausführungsform zusammen mit den Fig. 5 und 6 dar-

stellt;

Fig. 8 zeigt ein Flußdiagramm, das den Verarbeitungsablauf der Herzschlagdaten-Verarbeitungsmittel der vorliegenden Ausführungsform darstellt;

Fig. 9 zeigt ein Flußdiagramm, das den Verarbeitungsablauf der Mittel zur Bestimmung der Wachheit in Abhängigkeit vom Herzschlag nach der vorliegenden Ausführungsform zusammen mit den Fig. 10 und 11 darstellt;

Fig. 10 zeigt ein Flußdiagramm, das den Verarbeitungsablauf der Mittel zur Bestimmung der Wachheit in Abhängigkeit vom Herzschlag nach der vorliegenden Ausführungsform zusammen mit den Fig. 9 und 11 darstellt;

Fig. 11 zeigt ein Flußdiagramm, das den Verarbeitungsablauf der Mittel zur Bestimmung der Wachheit in Abhängigkeit vom Herzschlag nach der vorliegenden Ausführungsform zusammen mit den Fig. 9 und 10 darstellt;

Fig. 12 zeigt eine schematische, vergrößerte Darstellung, die einen Teil der Lenkspindel, an welcher der Lenkwinkelsensor angeordnet ist, darstellt;

Fig. 13 zeigt ein Diagramm, das eine visuelle Lenkkomponente des Fahrers über der Lenkwinkelhäufigkeitsverteilung des Lenkrades darstellt;

Fig. 14 zeigt ein Diagramm, das eine Lenkwinkelhäufigkeitsverteilung des Lenkrades bei einer Beschränkung der oberen Sicht des Fahrers darstellt;

Fig. 15 zeigt eine schematische Ansicht, die eine obere Sichtbeschränkung des Fahrers illustriert;

Fig. 16 zeigt ein Flußdiagramm, das den Verarbeitungsablauf der Lenkwinkeldaten-Verarbeitungsmittel nach der vorliegenden Ausführungsform zusammen mit Fig. 17 darstellt;

Fig. 17 zeigt ein Flußdiagramm, das den Verarbeitungsablauf der Lenkwinkeldaten-Verarbeitungsmittel nach der vorliegenden Ausführungsform zusammen mit Fig. 16 darstellt;

Fig. 18 zeigt ein Flußdiagramm, das den Verarbeitungsablauf der Mittel zur Bestimmung der Wachheit in Abhängigkeit vom Lenken nach der vorliegenden Ausführungsform zusammen mit Fig. 19 darstellt;

Fig. 19 zeigt ein Flußdiagramm, das den Verarbeitungsablauf der Mittel zur Bestimmung der Wachheit in Abhängigkeit vom Lenken nach der vorliegenden Ausführungsform zusammen mit Fig. 18 darstellt;

Fig. 20 zeigt ein Flußdiagramm, das den Verarbeitungsablauf der Warnsteuermittel nach der vorliegenden Ausführungsform zusammen mit Fig. 21 darstellt;

Fig. 21 zeigt ein Flußdiagramm, das den Verarbeitungsablauf der Warnsteuermittel nach der vorliegenden Ausführungsform zusammen mit Fig. 20 darstellt;

Fig. 22 zeigt ein Flußdiagramm, das den Verarbeitungsablauf der Verarbeitungseinheit zum Warnen bei einem Lenkradgrifffehler nach der vorliegenden Ausführungsform darstellt;

Fig. 23 zeigt ein Flußdiagramm, das den Verarbeitungsablauf einer Referenzwert-Korrekturereinheit nach der vorliegenden Ausführungsform darstellt.

Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird nun im einzelnen unter Bezugnahme auf die Zeichnung beschrieben.

Fig. 1 zeigt ein Flußdiagramm der Ausführungsform, bei der die Vorrichtung zur Bestimmung der Wachheit nach der vorliegenden Erfindung bei einer Vorrichtung zur Verbesserung der Wachheit eines Fahrers eines Fahrzeugs angewendet wird, und Fig. 2 zeigt eine schematische Ansicht, die den Fahrzeuginnenraum bei die-

ser Ausführungsform darstellt. Ein Paar von rechten und linken Infrarot-Herzschlagsensoren 11 und 12 zur Detektion von Herzschlagpulsen des Fahrers (nicht dargestellt) sind mit Herzschlag-Verarbeitungsmitteln 13 und 14 zum Erhalten detektierter Signale von den Infrarot-Herzschlagsensoren 11 und 12 und zum Berechnen einer Herzschlagfrequenz des Fahrers verbunden. Die Herzschlag-Verarbeitungsmittel 13 und 14 sind mit Signal-Selektionsmitteln 15 verbunden, die eines der Ausgangssignale der Herzschlag-Verarbeitungsmittel 13 oder 14 auswählen. Ein Potential-Herzschlagsensor 16, der verschieden von den Herzschlagsensoren 11 und 12 ist, ist mit Herzschlag-Verarbeitungsmitteln 17 verbunden, die ein detektiertes Signal von dem Potential-Herzschlagsensor 16 erhalten und eine Herzschlagfrequenz des Fahrers berechnen. Die Signal-Selektionsmittel 15 und die Herzschlag-Verarbeitungsmittel 17 sind mit Herzschlagdaten-Verarbeitungsmitteln 18 verbunden, um einen Mittelwert der Herzschlagfrequenz des Fahrers und Änderungen davon in Abhängigkeit von Ausgangssignalen der Signal-Selektionsmittel 15 und der Herzschlag-Verarbeitungsmittel 17 zu berechnen. Die Herzschlagdaten-Verarbeitungsmittel 18 sind mit Mitteln 19 zur Bestimmung der Wachheit des Fahrers in Abhängigkeit von den Berechnungen der Herzschlagdaten-Verarbeitungsmittel 18 verbunden.

Weiter ist ein Lenkwinkelsensor 21 zur Detektion einer Abweichung der Lenkspindel 20 von einer neutralen Position (im folgenden als "Lenkwinkel" bezeichnet) mit Lenkwinkeldaten-Verarbeitungsmitteln 22 verbunden, die ein detektiertes Signal vom Lenkwinkelsensor 21 erhalten und eine frequenzanalytisierte Lenkkomponente berechnen. Die Lenkwinkeldaten-Verarbeitungsmittel 22 sind mit Mitteln 23 zur Bestimmung der Wachheit des Fahrers in Abhängigkeit von einem Berechnungsergebnis der Lenkwinkeldaten-Verarbeitungsmittel 22 verbunden.

Weiter sind die Lenkwinkeldaten-Verarbeitungsmittel 22 der vorliegenden Ausführungsform mit einem Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 24 zur Detektion der Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs (im folgenden als "Fahrzeuggeschwindigkeit" bezeichnet) verbunden, und ein detektiertes Signal von dem Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 24 wird auch den Lenkwinkeldaten-Verarbeitungsmitteln 22 eingegeben.

Weiter weist das Fahrzeug nach der vorliegenden Ausführungsform berührende Warnmittel 26 zum Erzeugen einer Warnung durch eine Deformation des Fahrersitzes 25, visuelle Warnmittel 28 zum Anzeigen einer Warnung auf der Windschutzscheibe 27 des Fahrzeugs und hörbare Warnmittel 29 zum Erzeugen einer hörbaren Warnung auf. Diese drei Warnmittel 26, 28 und 29 sind mit den Mitteln 19 zur Bestimmung der Wachheit in Abhängigkeit vom Herzschlag und den Mitteln 23 zur Bestimmung der Wachheit in Abhängigkeit vom Lenken verbunden, wobei Wachheitssignale durch die Mittel 19 zur Bestimmung der Wachheit in Abhängigkeit vom Herzschlag- und die Mittel 23 zur Bestimmung der Wachheit in Abhängigkeit vom Lenken erzeugt werden, und Daten über die Wachheit des Fahrers werden an Warnsteuermittel 30 ausgegeben, und die Warnsteuermittel 30 steuern die Betätigung der drei Warnmittel 26, 28 und 29 in Abhängigkeit von den Wachheitssignalen, die durch die Mittel 29 zur Bestimmung der Wachheit in Abhängigkeit vom Herzschlag und die Mittel 23 zur Bestimmung der Wachheit in Abhängigkeit vom Lenken erzeugt wurden.

Zusätzlich ist ein Warnfreigabeschalter 31 im Fahr-

zeuginnenraum für den Fahrer vorgesehen, um die Warngabe durch die drei Warnmittel 26, 28 und 29 zu beenden. Der Warnfreigabeschalter 31 ist mit den Warnsteuermitteln 30 und einer Referenzwertkorrekturereinheit 32 verbunden. Die Referenzwertkorrekturereinheit 32 ist mit den Mitteln 19 zur Bestimmung der Wachheit in Abhängigkeit vom Herzschlag und den Mitteln 23 zur Bestimmung der Wachheit in Abhängigkeit vom Lenken verbunden. Daten, die von der Referenzwert-Korrekturereinheit 32 berechnet werden, sind Eingaben für die Mittel 19 zur Bestimmung der Wachheit in Abhängigkeit vom Herzschlag und die Mittel 23 zur Bestimmung der Wachheit in Abhängigkeit vom Lenken.

Bei der vorliegenden Ausführungsform werden die zwei Typen der Herzschlagsensoren 11, 12 und 16 individuell an vorbestimmten Positionen an einem Lenkrad 33 angeordnet. Deshalb ist ein Mechanismus zum Auffordern des Fahrers, das Lenkrad 33 korrekt zu fassen, weil die Herzschlagpulse, insbesondere vom Potential-Herzschlagsensor 16, nicht detektiert werden können, bis der Fahrer das Lenkrad 33 mit beiden Händen an den vorbestimmten Positionen greift, vorgesehen.

Insbesondere weist das Fahrzeug bei der vorliegenden Ausführungsform Lenkradgrifffehler-Warnmittel 34 auf, deren Betätigung durch die Warnsteuermittel 30 kontrolliert wird. Bei der vorliegenden Ausführungsform benutzen die Lenkradgriff-Fehler-Warnmittel 34 die zwei Warnmittel 26 und 29. Weiter umfassen die Warnsteuermittel 30 eine Verarbeitungseinheit 35 zum Warnen bei einem Lenkradgrifffehler, die Ausgangssignale von den Herzschlag-Verarbeitungsmitteln 13, 14 und 17 erhält und bestimmt, ob der Fahrer das Lenkrad 33 korrekt gemäß den Ausgangssignalen der Herzschlag-Verarbeitungsmittel 13, 14 und 17 greift oder nicht. Die Warnsteuermittel 30 betätigen die Lenkradgrifffehler-Warnmittel 34, wenn festgestellt wird, daß der Fahrer das Lenkrad 33 nicht korrekt greift, und beenden automatisch die Betätigung der Lenkradgrifffehler-Warnmittel 34, wenn festgestellt wird, daß der Fahrer das Lenkrad 33 korrekt greift.

Es ist allgemein bekannt, daß die Wachheit des Fahrers graduell während einer Fahrt abnimmt, und die Abnahme wird durch Befahren einer monotonen, verlassenen Straße für eine ausgedehnte Zeit beschleunigt. Ein Beispiel der zeitlichen Änderungen der Wachheit des Fahrers ist als ein Diagramm in Fig. 3 dargestellt. Der Bereich (1) bezeichnet eine Zeitspanne vor der Fahrt, (2) bezeichnet einen Bereich abnehmender Wachheit als Folge des fortgesetzten Fahrens, (3) bezeichnet einen Bereich, bei dem die Wachheit aufgrund von Streß, der vom Beginn des Fahrens herrührt, oder Streß vom Fahren auf einer städtischen Straße ansteigt, (4) bezeichnet einen Bereich, bei dem die Wachheit während des Fahrens auf einer weniger stark befahrenen, monotonen Straße oder einer Schnellstraße stabil bleibt, (5) bezeichnet einen Bereich, bei dem die Wachheit des Fahrers variiert, weil sich der Fahrer müde fühlt, und (6) bezeichnet einen Bereich, bei dem der Fahrer völlig bewußtlos ist, weil der Fahrer eingeschlafen ist.

Wie Fig. 3 zu entnehmen ist, tritt normalerweise der Bereich (5), bei dem die Wachheit ansteigt und abnimmt, weil sich der Fahrer müde fühlt, vor dem Bereich (6) auf, bei dem der Fahrer tatsächlich einschläft, und der Bereich (4), bei dem die Wachheit des Fahrers stabil ist, tritt auf bevor sich der Fahrer müde zu fühlen beginnt. Daher wird die Wachheit des Fahrers kontinuierlich

überwacht, um den Bereich der stabilen Wachheit abzuschätzen und den Übergangsbereich vom Bereich der stabilen Wachheit vorauszusagen, wo die Wachheit des Fahrers um einen großen Anteil variiert, und eine Warnung kann ausgegeben werden, um zu verhindern, daß der Fahrer einschläft.

Basierend auf diesen Feststellungen werden Änderungen der Wachheit, die in Fig. 3 dargestellt sind, in Abhängigkeit von detektierten Signalen der zwei Arten von Herzschlagsensoren 11, 12 und 16 abgeschätzt, und die zwei Arten der Herzschlagsensoren 11, 21 und 16 sind bei der vorliegenden Ausführungsform in vorbestimmten Positionen am Lenkrad 33 integriert.

Die Infrarot-Herzschlagsensoren 11 und 12 nutzen unabhängig voneinander die Reflexion von infrarotem Licht durch Hämoglobin im pulsierenden Blut aus. Um den Betrag des in Abhängigkeit vom Herzschlag periodisch variierenden infraroten Lichts zu detektieren, weisen die Sensoren im wesentlichen Lichtprojektions-einheiten 11a und 12a zur Projektion von infrarotem Licht und Lichtempfangseinheiten 11b und 12b zum Aufnehmen des infraroten Lichts auf, wobei die Sensoren jeweils auf der rechten und linken Seite des Lenkrades 33 eingebaut sind. Da jedoch die Struktur davon und dergleichen bereits aus der JP 59-22537 und dergleichen bekannt sind, wird eine detaillierte Beschreibung davon weggelassen.

Der Potential-Herzschlag 16 detektiert einen Spannungspuls, der durch eine Kontraktion des Myokardiums (myocardium) zwischen beiden Händen des Fahrers erzeugt wird, als eine pulsierende Spannung mit einem Paar von Elektroden 16a und 16b, die in das Lenkrad 33 eingebaut sind, und da die Struktur aus der JP 59-25729 und dergleichen bekannt ist, wird eine weitere Beschreibung davon weggelassen.

Da die oben beschriebenen Infrarot-Herzschlagsensoren 11 und 12 versagen können, wenn starkes Sonnenlicht auf das Lenkrad 33 fällt, und der Potential-Herzschlagsensor 16 den Herzschlag nicht detektieren kann, wenn der Fahrer das Lenkrad 33 nicht korrekt mit beiden Händen greift, sind die zwei Arten der Herzschlagsensoren 11, 12 und 16 bei der vorliegenden Ausführungsform kombiniert, wie dies weiter unten beschrieben wird, um den Herzschlag des Fahrer genau zu detektieren.

Die Herzschlag-Verarbeitungsmittel 13 und 14 berechnen die Herzschlagfrequenz des Fahrers in Abhängigkeit von den detektierten Signalen der Infrarot-Herzschlagsensoren 11 und 12, und berechnen die Herzschlag-Verarbeitungsmittel 17 die Herzschlagfrequenz des Fahrers in Abhängigkeit von einem detektierten Signal des Potential-Herzschlagsensors 16. Die von den Herzschlag-Verarbeitungsmitteln 13, 14 und 17 ausgeführten Berechnungen sind grundsätzlich die gleichen, wobei abnormale Detektionssignale angepaßt korrigiert werden, um ein Herzschlag-Pulsintervall (im folgenden als "Pulsintervall" bezeichnet) und die zum Pulsintervall korrespondierende Herzschlagfrequenz zu berechnen.

Fig. 4 zeigt ein Zusammenhang zwischen Herzschlagdaten, die durch die Herzschlag-Verarbeitungsmittel 13, 14 und 17 berechnet werden, und den Herzschlagpulsen, die durch die Herzschlagsensoren detektiert werden. Wenn z. B. das Pulsintervall plötzlich kürzer als das vorausgehend gemessene Pulsintervall wird, wird die Herzschlagberechnung in Abhängigkeit vom Pulsintervall zu dieser Zeit temporär zurückgehalten, und wenn die Summe aus dem nächsten gemessenen Pulsintervall und

dem vorangehenden Pulsintervall fast gleich ist wie das vorangehende Pulsintervall, wird festgestellt, daß die vorangehende Herzschlag-Pulsinformation einem Rauschen zuzuordnen ist und die vorausgehenden Herzschlagdaten werden gelöscht. Z. B. sind die Pulsintervalle $I_{P(n-4)}$ und $I_{P(n-3)}$ zur Zeit $t_{P(n-4)}$ und einer folgenden Zeit $t_{P(n-3)}$ abnormal kürzer als ein vorangehendes Pulsintervall I_P , dann wird die Herzschlagfrequenz, die zu der Zeit $t_{P(n-4)}$ berechnet wird, zurückgehalten, und wenn die Summe aus den zwei Pulsintervall $I_{P(n-4)}$ und $I_{P(n-3)}$ beinahe die gleiche wie das vorausgehende Pulsintervall ist, wird der Herzschlagpuls zur Zeit $t_{P(n-4)}$ als Rauschen angesehen, und die Herzschlagdaten zur Zeit $t_{P(n-4)}$ werden gelöscht. Wenn weiter das Pulsintervall plötzlich länger wird, und wenn das nächste gemessene Pulsintervall fast das gleiche wie das vorangehende Pulsintervall ist, wird die Hälfte der Zeit des aktuellen Pulsintervalls zu der Zeit, bei welcher das Pulsintervall des vorangehenden Pulsintervalls berechnet wird, addiert, um Herzschlagdaten zu dieser Zeit zu interpolieren. Wenn z. B. das Pulsintervall zur Zeit $t_{P(n-1)}$ außergewöhnlich länger als das vergangene Pulsintervall I_P ist, und wenn ein Pulsintervall $I_{P(n)}$ zu einer Zeit $t_{P(n)}$, bei der der nächste Herzschlagpuls detektiert wird, beinahe das gleiche wie das vergangene Pulsintervall I_P ist, wird festgestellt, daß ein normaler Herzschlagpuls zwischen der vorangehenden Zeit und der Zeit vor dieser Zeit nicht bestimmt werden kann, und die Hälfte der Zeit des vorangehenden Pulsintervalls $I_{P(n-1)}$ wird zu der Zeit $t_{P(n-2)}$ addiert, bei welcher der Herzschlagpuls vor der vorangehenden Zeit detektiert wurde, um eine Herzschlagfrequenz bei diesem Zeitpunkt zu berechnen.

Der Verarbeitungsablauf der Herzschlag-Verarbeitungsmittel 13, 14 und 17 ist in den Fig. 5 bis 7 dargestellt. Die Verarbeitung wird durch die Herzschlag-Verarbeitungsmittel 13, 14 und 17 bei der vorliegenden Ausführungsform in einer vorbestimmten Periode, z. B. zu jeder Zeit bei einem Unterbrechungssignal alle 15 msek, ausgeführt. Zuerst wird in Schritt a1 die Detektionszeit t_P eines von den Herzschlagsensoren 11, 12 und 16 detektierten Herzschlagpulses eingelesen. In Schritt a2 wird die vorangehend detektierte Pulszeit $t_{P(n-1)}$ von der aktuell detektierten Pulszeit $t_{P(n)}$ subtrahiert und das aktuelle Pulsintervall $I_{P(n)}$ durch die folgende Gleichung erhalten.

$$I_{P(n)} = t_{P(n)} - t_{P(n-1)}$$

Dann wird in Schritt a3 festgestellt, ob ein Pulsintervall-Referenzwert I_{PB} gesetzt ist oder nicht. Wenn der Pulsintervall-Referenzwert I_{PB} jedoch zu Beginn nicht gesetzt ist, setzt die Verarbeitung mit Schritt a4 fort, wo festgestellt wird, ob das Pulsintervall $I_{P(n)}$ zwischen einem voreingestellten minimalen Pulsintervall I_{MN} , z. B. 600 ms, und einem maximalen Pulsintervall I_{MX} , z. B. 1200 ms, liegt oder nicht.

Wenn in Schritt a4 festgestellt wird, daß das Pulsintervall $I_{P(n)}$ nicht zwischen dem minimalen Pulsintervall I_{MN} und dem maximalen Pulsintervall I_{MX} liegt, dies bedeutet, daß das in Schritt a2 berechnete Pulsintervall $I_{P(n)}$ abnormal ist, geht die Verarbeitung zurück zu Schritt a1 nach dem oben beschriebenen Unterbrechungssignal vorbestimmter Periode. Wenn in Schritt a4 festgestellt wird, daß das Pulsintervall $I_{P(n)}$ zwischen dem minimalen Pulsintervall I_{MN} und dem maximalen Pulsintervall I_{MX} liegt, dies bedeutet, daß das in Schritt a2 berechnete Pulsintervall $I_{P(n)}$ einen normalen Wert hat, wird das in Schritt a2 berechnete Pulsintervall $I_{P(n)}$

als Referenz-Pulsintervall I_{PB} in Schritt a5 angenommen, und in Schritt a6 wird festgestellt, ob das aktuelle Pulsintervall $I_{P(n)}$ länger als die Summe aus dem Referenz-Pulsintervall I_{PB} und einer voreingestellten zusätzlichen Zeit T_A , z. B. 250 ms, ist oder nicht. Auch wenn in Schritt a3 festgestellt wird, daß das Referenz-Pulsintervall I_{PB} gesetzt ist, setzt die Verarbeitung mit Schritt a6 fort.

Wenn in Schritt a6 festgestellt wird, daß das aktuelle Pulsintervall $I_{P(n)}$ kürzer als die Summe aus dem Referenz-Pulsintervall I_{PB} und der voreingestellten zusätzlichen Zeit T_A ist, dies bedeutet, daß der Wert des aktuell berechneten Pulsintervall $I_{P(n)}$ normal ist, wird in Schritt a7 festgestellt, ob das Pulsintervall $I_{P(n)}$ kürzer als ein durch Subtraktion einer voreingestellten Subtraktionszeit T_S , z. B. 250 ms, von dem Referenz-Pulsintervall I_{PB} ist oder nicht, und wenn in Schritt a7 festgestellt wird, daß das Pulsintervall $I_{P(n)}$ geringer als das um die voreingestellte Subtraktionszeit T_S subtrahierte Referenz-Pulsintervall I_{PB} ist, dies bedeutet, daß das aktuell berechnete Pulsintervall $I_{P(n)}$ abnormal sein könnte, wird in Schritt a8 festgestellt, ob eine Herzschlagdaten-Zurückhalteflagge F_R , die später beschrieben wird, gesetzt ist oder nicht.

Wenn in Schritt a8 festgestellt wird, daß die Herzschlagdaten-Zurückhalteflagge F_R gesetzt ist, dies bedeutet, daß die vorangehende Bestimmung zurückgehalten wird, weil das vorangehend berechnete Pulsintervall $I_{P(n-1)}$ abnormal sein könnte, setzt die Verarbeitung mit Schritt a9 fort, wo das aktuelle Pulsintervall $I_{P(n)}$ durch die Summe aus dem aktuellen Pulsintervall $I_{P(n)}$ und dem vorangehenden $I_{P(n-1)}$ ersetzt wird, und in Schritt a10 wird wieder festgestellt, ob das korrigierte Pulsintervall größer als das um die Subtraktionszeit T_S subtrahierte Referenz-Pulsintervall I_{PB} und kleiner als die Summe aus dem Referenz-Pulsintervall I_{PB} und der obigen zusätzlichen Zeit T_A ist oder nicht. Wenn in Schritt a8 festgestellt wird, daß die Herzschlagdaten-Zurückhalteflagge F_R nicht gesetzt ist, dies bedeutet, daß das vorangehend berechnete Pulsintervall $I_{P(n-1)}$ normal und das aktuelle Pulsintervall $I_{P(n)}$ abnormal ist, setzt die Verarbeitung mit Schritt a11 fort, wo die Herzschlagdaten-Zurückhalteflagge F_R gesetzt wird, und in einem Schritt a12 werden individuell eine erste Eingabefehlerflagge F_{U1} , eine zweite Eingabefehlerflagge F_{U2} und eine Eingabenormalflagge F_{NI} , die später beschrieben werden, zurückgesetzt, und die Verarbeitung geht folgend auf das nächste Unterbrechungssignal zu Schritt a1 zurück.

Wenn in Schritt a10 festgestellt wird, daß das in Schritt a9 gesetzte Pulsintervall $I_{P(n)}$ größer als das um die voreingestellte Subtraktionszeit T_S subtrahierte Referenz-Pulsintervall I_{PB} und kleiner als die Summe aus dem Referenz-Pulsintervall I_{PB} und der voreingestellten Additionszeit T_A ist, dies bedeutet, daß das vorangehende Pulsintervall $I_{P(n-1)}$ abnormal ist, setzt die Verarbeitung mit Schritt a13 fort, wo die Herzschlagdaten-Zurückhalteflagge F_R zurückgesetzt wird. Eine aktuelle Herzschlagfrequenz $R_{H(n)}$ wird in Schritt a14 in Abhängigkeit von dem in Schritt a9 korrigierten Pulsintervall $I_{P(n)}$ berechnet, und in Schritt a15 wird festgestellt, ob der Herzschlagdaten-Zeitgeber begonnen hat aufwärts zu zählen oder nicht, wobei folgende Gleichung verwendet wird:

$$R_{H(n)} = 60 / I_{P(n)}$$

Wenn in Schritt a15 festgestellt wird, daß der Herz-

schlagdaten-Zeitgeber nicht begonnen hat aufwärts zu zählen, wird das Aufwärtszählen des Herzschlagdaten-Zeitgebers in Schritt a16 begonnen. In Schritt a17 wird die Herzschlagdaten-Nummer N_D um 1 inkrementiert, das in Schritt a9 gesetzte Pulsintervall $I_{P(n)}$ wird in Schritt a18 als neues Referenz-Pulsintervall I_{PB} angenommen, und die Verarbeitung setzt wieder mit Schritt a1 nach dem oben beschriebenen Unterbrechungssignal mit vorbestimmter Periode fort.

Wenn andererseits in Schritt a6 festgestellt wird, daß das Pulsintervall $I_{P(n)}$ größer als die Summe aus dem Referenz-Pulsintervall I_{PB} und der voreingestellten Additionszeit T_A ist, dies bedeutet, daß ein Herzschlagpuls zwischen der vorangehenden Zeit und der aktuellen Zeit angenommen wurde, setzt die Verarbeitung mit Schritt a19 fort, wo die erste Eingabefehlerflagge F_{U1} gesetzt wird. In Schritt a20 wird festgestellt, ob die Eingabenormalflagge F_{N1} , die später beschrieben wird, gesetzt ist oder nicht. Wenn die Eingabenormalflagge F_{N1} gesetzt ist, dies bedeutet, daß die vorausgehende Eingabe normal ist, setzt die Verarbeitung mit Schritt a21 fort, wo das vorangehend gesetzte Pulsintervall $I_{P(n)}$ als Anfangszeit eines den Eingabefehler integrierenden Zeitgebers gesetzt wird, von der das Aufwärtszählen begonnen wird, und in Schritt a22 wird bestimmt, ob ein Zählwert T_{C1} des integrierenden Eingabefehlerzeitgebers länger als eine voreingestellte Zeit T_{R1} ist oder nicht.

Wenn in Schritt a22 festgestellt wird, daß der Zählwert T_{C1} des integrierenden Eingabefehlerzeitgebers kleiner als die obige voreingestellte Zeit T_{R1} ist, setzt die Verarbeitung mit Schritt a1 nach dem oben beschriebenen vorbestimmten periodischen Unterbrechungssignal fort. Wenn weiter in Schritt a22 festgestellt wird, daß der Zählwert T_{C1} des integrierenden Eingabefehlerzeitgebers die vorgewählte Zeit T_{R1} überschreitet, dies bedeutet, daß die in Schritt a1 eingelesenen Herzschlagpulsdaten einem andauernden Rauschen unterliegen, wird die Herzschlagdaten-Nummer N_D auf 0 in Schritt a23 gesetzt, der Zählwert T_{CR} des Herzschlagdaten-Zeitgebers wird in Schritt a24 auf 0 zurückgesetzt, in Schritt a25 wird das Aufwärtszählen des integrierenden Eingabefehlerzeitgebers zurückgesetzt, und dann setzt die Verarbeitung wieder mit Schritt a1 folgend dem vorbestimmten periodischen Unterbrechungssignal fort.

Wenn weiter in Schritt a20 festgestellt wird, daß die Eingabenormalflagge F_{N1} nicht gesetzt ist, dies bedeutet, daß die vorangehende Eingabe abnormal ist, setzt die Verarbeitung mit Schritt a26 fort, wo festgestellt wird, ob der integrierende Eingabefehlerzeitgeber aufwärts zählt oder nicht. Wenn in Schritt a26 festgestellt wird, daß der integrierende Eingabefehlerzeitgeber aufwärts zählt, setzt die Verarbeitung mit dem obigen Schritt a22 fort. Wenn im Gegensatz dazu in Schritt a22 festgestellt wird, daß das Aufwärtszählen des integrierenden Eingabefehlerzeitgebers noch nicht begonnen hat, beginnt das Aufwärtszählen des integrierenden Eingabefehlerzeitgebers in Schritt a27, und die Verarbeitung setzt mit Schritt a1 nach dem vorbestimmten periodischen Unterbrechungssignal fort.

Wenn in Schritt a10 festgestellt wird, das in Schritt a9 gesetzte Pulsintervall $I_{P(n)}$ kürzer als der Wert des mit der Subtraktionszeit T_S subtrahierten Referenz-Pulsintervall I_{PB} oder das Pulsintervall $I_{P(n)}$ länger als die Summe aus dem Referenz-Pulsintervall I_{PB} und der Additionszeit T_A ist, dies bedeutet, daß das aktuelle korrigierte Pulsintervall $I_{P(n)}$ auch abnormal ist, setzt die Verarbeitung mit Schritt a28 fort, wo die zweite Eingabe-

fehlerflagge F_{U2} gesetzt wird, und die erste Eingabefehlerflagge F_{U1} , die Eingabenormalflagge F_{N1} und die Herzschlagdaten-Zurückkhalteflagge F_R werden individuell in Schritt a29 zurückgesetzt. In Schritt a30 beginnt das Aufwärtszählen des integrierenden Eingabefehlerzeitgeber, und dann setzt die Verarbeitung wieder mit Schritt a1 nach dem vorbestimmten periodischen Unterbrechungssignal fort.

Wenn weiter in Schritt a7 festgestellt wird, daß das Pulsintervall $I_{P(n)}$ länger als der mit der Subtraktionszeit T_S subtrahierte Wert des Referenz-Pulsintervalls I_{PB} ist, dies bedeutet, daß das aktuell berechnete Pulsintervall $I_{P(n)}$ normal ist, setzt die Verarbeitung mit Schritt a31 fort, wo die im Bestimmungsschritt a20 benutzte Eingabenormalflagge F_{N1} gesetzt wird, und in Schritt a32 wird festgestellt, ob die zweite Eingabefehlerflagge F_{U2} gesetzt ist oder nicht. Wenn in Schritt a32 festgestellt wird, daß die zweite Eingabefehlerflagge F_{U2} gesetzt ist, dies bedeutet, daß abnormale Herzschlagpulse zu zwei aufeinanderfolgenden Zeiten detektiert wurden, setzt die Verarbeitung mit Schritt a33 fort, wo der Zählwert T_{C1} des integrierenden Eingabefehlerzeitgebers auf 0 zurückgesetzt wird. In Schritt a34 wird die Herzschlagdatennummer N_D auf Null zurückgesetzt. In Schritt a35 wird der Zählwert T_{CR} des Herzschlagdaten-Zeitgebers auf 0 zurückgesetzt, und dann kehrt die Verarbeitung zu Schritt a14 zurück.

Wenn andererseits in Schritt a32 festgestellt wird, daß die zweite Eingabefehlerflagge F_{U2} nicht gesetzt ist, setzt die Verarbeitung mit Schritt a36 fort, wo festgestellt wird, ob die erste Eingabefehlerflagge F_{U1} gesetzt ist oder nicht. Wenn in Schritt a36 festgestellt wird, daß die erste Eingabefehlerflagge F_{U1} gesetzt ist, dies bedeutet, daß das vorangehend berechnete Pulsintervall $I_{P(n-1)}$ zu lang im Vergleich zu dem vorhergehend berechneten ist, setzt die Verarbeitung mit Schritt a37 fort, wo festgestellt wird, ob der Zählwert T_{C1} des integrierenden Eingabefehlerzeitgebers größer als die voreingestellte Zeit T_{R1} ist oder nicht. Wenn in Schritt a36 festgestellt wird, daß die erste Eingabefehlerflagge F_{U1} nicht gesetzt ist, kehrt die Verarbeitung zu Schritt a14 zurück.

Wenn in Schritt a37 angenommen wird, daß der Zählwert T_{C1} des integrierenden Eingabefehlerzeitgebers kleiner als die voreingestellte Zeit T_{R1} ist, dies bedeutet, daß es einen undetektierten Herzschlagpuls zwischen der vorangehenden Zeit und der dieser vorangehenden Zeit zuvorliegenden Zeit gibt, wird eine Herzschlagdateninterpolation für den Herzschlagpuls, der zwischen der vorangehenden Zeit und der dieser vorangehenden Zeit zuvorliegenden Zeit nicht detektiert wurde, durchgeführt. Die erste Eingabefehlerflagge F_{U1} wird in Schritt a39 zurückgesetzt, und die Verarbeitung kehrt zu Schritt a17 zurück.

Wenn in Schritt a37 festgestellt wird, daß der Zählwert T_{C1} des integrierenden Eingabefehlerzeitgebers länger als die voreingestellte Zeit T_{R1} ist, dies bedeutet, daß das vorangehend berechnete Pulsintervall $I_{P(n-1)}$ abnormal lang ist, da es sich nicht um einen normalen Herzschlagpuls handelt, setzt die Verarbeitung mit Schritt a40 fort, wo die Herzschlagdatennummer N_D auf 0 zurückgesetzt wird. In Schritt a41 wird der Zählwert T_{CR} des Herzschlagdaten-Zeitgebers auf 0 zurückgesetzt, in Schritt a42 wird der Zählwert T_{C1} des integrierenden Eingabefehlerzeitgebers auf 0 zurückgesetzt, und dann kehrt die Verarbeitung wieder zu Schritt a1 nach dem vorbestimmten periodischen Unterbrechungssignal zurück.

Von den Herzschlagdaten-Verarbeitungsmitteln 13

und 14 berechnete Herzschlagdaten sollten grundsätzlich die gleichen sein, aber wenn die Herzschlagdaten aus irgendwelchen Gründen differieren, wählen die Signalelektionsmittel 15 von den zwei Herzschlag-Verarbeitungsmitteln 13 und 14 unter dem Gesichtspunkt der Sicherheit der Steuerung diejenigen aus, die eine größere Herzschlagfrequenz ausgeben, und die Mittel 15 geben diese an die Herzschlag-Verarbeitungsmittel 18 aus. Da die vorliegende Ausführungsform zwei Infrarot-Herzschlagsensoren 11 und 12 vorsieht, kann eine exakte Herzschlagfrequenz sogar dann berechnet werden, wenn das Lenkrad 33 nur durch die rechte oder linke Hand gehalten wird. In diesem Fall ist es selbstverständlich, den Ausgang der Herzschlag-Verarbeitungsmittel zu wählen, der normale Herzschlagdaten ausgibt.

Bei der vorliegenden Ausführungsform berechnen die Herzschlagdaten-Verarbeitungsmittel 18 einen Mittelwert der Herzschlagdaten der vergangenen vier Zeiten (im folgenden als "4-Punkt-Mittelwert" bezeichnet), weil drei oder vier Herzschläge während einer Atmung in Ruhe auftreten, wobei periodische Änderungen des Herzschlags in Verbindung mit der Atmung des Fahrers berücksichtigt werden, um Fluktuationen der Herzschlagfrequenz aufgrund der Atmung des Fahrers zu eliminieren. Weiter wird von dem 4-Punkt-Mittelwert der aktuellen Zeit, der vorangehenden Zeit und der dieser nochmals vorangehenden Zeit berechnet, ob eine Spitzen-Herzschlagfrequenz auftritt, bei der der 4-Punkt-Mittelwert der vorausgehenden Zeit von einer zunehmenden Tendenz zu einer abnehmenden Tendenz oder von einer abnehmenden Tendenz zu einer zunehmenden Tendenz wechselt. Es wird dann ein Gradient aufeinanderfolgender Spitzen Herzschlagfrequenzen berechnet, indem eine Abweichung aufeinanderfolgender Spitzen-Herzschlagfrequenzen durch das Zeitintervall dividiert wird, und ein Mittelwert der Herzschlagfrequenzdaten der letzten zehn Zeiten (im folgenden als "10-Punkt-Mittelwert" bezeichnet) und ein gleicher Mittelwert der Herzschlagfrequenz der letzten 30 Sekunden (im folgenden als "30-Sekunden-Mittelwert" bezeichnet) werden berechnet.

Der Verarbeitungsablauf der Herzschlagdaten-Verarbeitungsmittel 18 bei der vorliegenden Ausführungsform ist in Fig. 8 dargestellt. Insbesondere wird in Schritt b1 bestimmt, ob die Herzschlagdatennummer N_{DI} der Signal-Selektionsmittel 15 größer als die Herzschlagdatennummer N_{DE} des Potential-Herzschlagsensors 16 ist oder nicht, und wenn in Schritt b1 festgestellt wird, daß die Herzschlagdatennummer N_{DI} der Signal-Selektionsmittel 15 größer als die Herzschlagdatennummer N_{DE} des Potential-Herzschlagsensors 16 ist, setzt die Verarbeitung mit Schritt b2 fort, wo die Herzschlagdatennummer N_{DI} von einem der Infrarot-Herzschlagsensoren 11 und 12 über die Signal-Selektionsmittel 15 als eine effektive Herzschlagdatennummer N_{DA} ausgewählt wird. In Schritt b3 wird bestimmt, ob die effektive Herzschlagdatennummer N_{DA} größer als vier, dies ist die Anzahl von Daten, die zur Berechnung des 4-Punkt-Mittelwerts R_{A4} benötigt wird, ist oder nicht. Wenn weiter in Schritt b1 festgestellt wird, daß die Herzschlagdatennummer N_{DI} der Signal-Selektionsmittel 15 kleiner als die Herzschlagdatennummer N_{DE} des Potential-Herzschlagsensors 16 ist, setzt die Verarbeitung mit Schritt b4 fort, wo die Herzschlagdatennummer N_{DE} des Potential-Herzschlagsensors 16 als effektive Herzschlagdatennummer N_{DA} ausgewählt wird, und die Verarbeitung setzt mit Schritt b3 fort.

Wenn in Schritt b3 festgestellt wird, daß die effektive

Herzschlagdatennummer N_{DA} gleich 4 oder mehr beträgt, wird ein 4-Punkt-Mittelwert $R_{A4(n)}$ in Schritt b5 berechnet. Ein Spitzenwertindex M_{AI} des 4-Punkt-Mittelwerts R_{A4} wird in Schritt b6 unter Benutzung der unten angegebenen Gleichung berechnet, und dann wird in Schritt b7 festgestellt, ob der Spitzenwertindex M_{AI} kleiner gleich 0 ist oder nicht. Wenn in Schritt b3 festgestellt wird, daß die effektive Herzschlagdatennummer N_{DA} kleiner als 4 ist, geht die Verarbeitung zurück zu Schritt b1, da der 4-Punkt-Mittelwert $R_{A4(n)}$ in Schritt b5 nicht berechnet werden kann.

$$M_{AI} = \{R_{A4(n)} - R_{A4(n-1)}\} \cdot \{R_{A4(n-1)} - R_{A4(n-2)}\}.$$

Wenn in Schritt b7 festgestellt wird, daß der Spitzenwertindex M_{AI} kleiner als Null ist, dies bedeutet, daß die Werte nur bei der aktuellen Zeit und der vorangehenden Zeit oder nur bei der vorangehenden Zeit und der dieser Zeit vorangehenden Zeit gleich sind, oder daß der vorangehende 4-Punkt-Mittelwert $R_{A4(n-1)}$ größer als der aktuelle Mittelwert und der vorangehende Mittelwert größer als der 4-Punkt-Mittelwert $R_{A4(n-2)}$ zu einer Zeit vor der vorangehenden Zeit liegenden Zeit sind, oder daß der aktuelle Mittelwert größer als der vorangehende 4-Punkt-Mittelwert $R_{A4(n-1)}$ und der 4-Punkt-Mittelwert $R_{A4(n-2)}$ zu einer Zeit vor der vorangehenden Zeit ist, setzt die Verarbeitung mit Schritt b8 fort, wo der vorangehende 4-Punkt-Mittelwert $R_{A4(n-1)}$ temporär als eine Spitzenwertherzschlagfrequenz $R_{HP(n)}$ gewählt wird. In Schritt b9 wird ein Spitzenwertindex M_{PI} der Spitzenwertherzschlagfrequenz R_{HP} unter Benutzung der folgenden Gleichung berechnet, und in Schritt b10 wird festgestellt, ob der Spitzenwertindex M_{PI} kleiner als 0 ist oder nicht.

$$M_{PI} = \{R_{HP(n)} - R_{HP(n-1)}\} \cdot \{R_{HP(n-1)} - R_{HP(n-2)}\}.$$

Wenn in Schritt b10 festgestellt wird, daß der Spitzenwertindex M_{PI} kleiner als 0 ist, dies bedeutet, daß die vorausgehende Spitzenherzschlagfrequenz $R_{HP(n-1)}$ größer oder kleiner als die aktuelle Spitzenwertfrequenz $R_{HP(n)}$ und die Spitzenherzschlagfrequenz $R_{HP(n-2)}$ zu einer Zeit vor der vorangehenden Zeit ist, setzt die Verarbeitung mit Schritt b11 fort, wo die vorangehende Spitzenherzschlagfrequenz $R_{HP(n-1)}$ erfaßt wird. In Schritt b12 wird ein Gradient DR_H berechnet, indem eine Differenz zwischen der vorangehend erfaßten Spitzenherzschlagfrequenz $R_{HB(n-2)}$ und der aktuell erfaßten Spitzenherzschlagfrequenz $R_{HB(n-1)}$ durch diese Zeit dividiert wird. In Schritt b13 wird festgestellt, ob die effektive Herzschlagdatennummer N_{DA} größer gleich 10 ist oder nicht, was der Anzahl der Daten entspricht, die zur Berechnung des 10-Punkt-Mittelwerts R_{A10} erforderlich sind. Dies bedeutet, wenn in Schritt b10 festgestellt wird, daß der Spitzenwertindex M_{PI} gleich 0 oder mehr beträgt, was bedeutet, daß die vorausgehende Spitzenherzschlagfrequenz $R_{HP(n-1)}$ die gleiche wie die bei der aktuellen Zeit oder der Zeit vor der vorangehenden Zeit ist, oder die Beträge der Spitzenherzschlagfrequenzen R_{HP} in der Reihenfolge der aktuellen Zeit, der vorangehenden Zeit und der Zeit vor der vorangehenden Zeit sind, setzt die Verarbeitung mit Schritt b13 fort, wo die vorangehende Spitzenherzschlagfrequenz $R_{HP(n-1)}$ nicht erfaßt, sondern zurückgesetzt wird, und dann setzt die Verarbeitung mit Schritt b14 fort. Auch wenn in Schritt b7 festgestellt wird, daß der Spitzenwertindex M_{AI} 0 überschreitet, dies bedeutet, daß der vorangehende 4-Punkt-Mittelwert $R_{A4(n-1)}$

keine Spitzenherzschlagfrequenz ist, falls die Beträge der Spitzenherzschlagfrequenz R_{HP} in der Reihenfolge von aktueller Zeit, vorangehender Zeit und der Zeit vor der vorangehenden Zeit angeordnet sind, setzt die Verarbeitung mit Schritt b14 fort.

Wenn in Schritt b14 festgestellt wird, daß die effektive Herzschlagdatennummer N_{DA} gleich 10 oder mehr beträgt, wird in Schritt b15 der 10-Punkt-Mittelwert $RA_{10(n)}$ berechnet, und in Schritt b16 wird festgestellt, ob der Zählwert T_{CR} des Herzschlag-Zeitgebers 30 Sekunden oder mehr beträgt oder nicht. Wenn in Schritt b14 festgestellt wird, daß die effektive Herzschlagdatennummer N_{DA} geringer als 10 ist, geht die Verarbeitung zurück zu Schritt b3, da der 10-Punkt-Mittelwert $RA_{10(n)}$ in Schritt b15 nicht berechnet werden kann.

Wenn in Schritt b16 festgestellt wird, daß der Zählwert T_{CR} des Herzschlagdaten-Zeitgebers 30 Sekunden oder mehr beträgt, wird in Schritt b17 der 30-Sekunden-Mittelwert $RA_{30(n)}$ berechnet, und die Verarbeitung geht zurück zu Schritt b1. Wenn festgestellt wird, daß der Zählwert T_{CR} des Herzschlagdaten-Zeitgeber geringer als 30 Sekunden ist, dies bedeutet, daß der 30-Sekunden-Mittelwert $RA_{30(n)}$ nicht berechnet werden kann, geht die Verarbeitung zurück zu Schritt b3.

Die Mittel 19 zur Bestimmung der Wachheit in Abhängigkeit vom Herzschlag stellen fest, ob eine Variation in der durch die Herzschlagdaten-Verarbeitungsmittel 18 berechneten Herzschlagfrequenz stabil ist, dies bedeutet, daß eine Variationsbreite des 4-Punkt-Mittelwertes innerhalb von 30 Sekunden innerhalb von beispielsweise 2 fällt und einen Bereich stabiler Wachheit des Fahrers, wie in Fig. 3 (4) gezeigt, dargestellt, so daß der 30-Sekunden-Mittelwert RA_{30} in dem Bereich stabiler Wachheit als eine Referenz-Herzschlagfrequenz berechnet wird, und wenn ein Zustand auftritt, bei dem die durch die Herzschlagdaten-Verarbeitungsmittel 18 berechnete Spitzenherzschlagfrequenz R_{HP} geringfügig kleiner als die Referenz-Herzschlagfrequenz ist, bei der sich der Fahrer angenommenerweise in dem Bereich eines stabiler Wachheit befindet, wird vom Fahrer angenommen, daß er sich in einem Übergangsbereich (5) in Fig. 3 befindet, und dann werden die Referenz-Herzschlagfrequenz und die aktuellen Herzschlagdaten des Fahrer miteinander verglichen, um die Wachheit des Fahrers festzustellen und einen Warnlevel in Abhängigkeit vom Level der Wachheit des Fahrers zu setzen.

Der Verarbeitungsablauf der Mittel 19 zur Bestimmung der Wachheit in Abhängigkeit vom Herzschlag nach der vorliegenden Ausführungsform ist in den Fig. 9 bis 11 dargestellt. Insbesondere wird bei der vorliegenden Ausführungsform die Verarbeitung durch die Mittel 19 zur Bestimmung der Wachheit in Abhängigkeit vom Herzschlag in einer vorbestimmten Periode, z. B. bei jedem Unterbrechungssignal alle 15 ms, ausgeführt. Zuerst wird in Schritt c1 festgestellt, ob eine Übergangszustandsflagge FS_1 gesetzt ist oder nicht, da jedoch die Übergangszustandsflagge FS_1 zu Beginn nicht gesetzt ist, setzt die Verarbeitung mit Schritt c2 fort, wo festgestellt wird, ob der Zählwert T_{CR} des Herzschlagdaten-Zeitgebers 30 Sekunden oder mehr überschreitet oder nicht. Wenn in Schritt c2 festgestellt wird, daß der Zählwert T_{CR} des Herzschlagdaten-Zeitgeber 30 Sekunden oder mehr überschreitet, dies bedeutet, daß die Herzschlagdaten über eine Periode von 30 Sekunden oder mehr normal sind, setzt die Verarbeitung mit Schritt c3 fort, wo festgestellt wird, ob ein Absolutwert des mit dem 10-Punkt-Mittelwert $RA_{10(n)}$ subtrahierten 30-Se-

kunden-Mittelwerts $RA_{30(n)}$ gleich 2 oder kleiner ist oder nicht. Wenn in Schritt c2 festgestellt wird, daß der Zählwert T_{CR} des Herzschlagdaten-Zeitgebers kürzer als 30 Sekunden ist, dies bedeutet, daß der 30-Sekunden-Mittelwert $RA_{30(n)}$ nicht berechnet werden kann, kehrt die Verarbeitung zu Schritt c1 zurück und Schritt c1 wird in Abhängigkeit vom nächsten Unterbrechungssignal wiederholt.

Wenn in Schritt c3 festgestellt wird, daß der Absolutwert des mit dem 10-Punkt-Mittelwert $RA_{10(n)}$ subtrahierten 30-Sekunden-Mittelwerts $RA_{30(n)}$ gleich 2 oder kleiner ist, dies bedeutet, daß die Herzschlagfrequenz des Fahrers beinahe keine Variation zeigt, wird in Schritt c4 festgestellt, ob die mit der vorangehenden Spitzenherzschlagfrequenz $R_{HP(n-1)}$ subtrahierte aktuelle Spitzenherzschlagfrequenz $R_{HP(n)}$ kleiner als 2 ist oder nicht. Wenn in Schritt c4 festgestellt wird, daß der Absolutwert der mit der vorangehenden Spitzenherzschlagfrequenz $R_{HP(n-1)}$ subtrahierten aktuellen Spitzenherzschlagfrequenz $R_{HP(n)}$ kleiner als 2 ist, dies bedeutet, daß eine Variation in der Spitzenherzschlagfrequenz R_{HP} relativ moderat ist, wird in Schritt c5 festgestellt, ob der Spitzenherzschlagzeitgeber mit dem Aufwärtszählen begonnen hat oder nicht. In diesem Fall, da das Aufwärtszählen des Spitzenherzschlag-Zeitgebers nicht begonnen hat, setzt die Verarbeitung mit Schritt c6 fort, wo das Aufwärtszählen des Spitzenherzschlag-Zeitgebers gestartet wird, und in Schritt c7 wird festgestellt, ob der Absolutwert des Gradienten DR_H der aktuellen Spitzenherzschlagfrequenz $R_{HP(n)}$ und der vorangehenden Spitzenherzschlagfrequenz $R_{HP(n-1)}$ kleiner als 1 ist oder nicht. Auch wenn in Schritt c5 festgestellt wird, daß der Spitzenherzschlag-Zeitgeber mit dem Aufwärtszählen begonnen hat, setzt die Verarbeitung mit Schritt c7 fort.

Wenn in Schritt c7 festgestellt wird, daß der Absolutwert des Gradienten DR_H der aufeinanderfolgenden Spitzenherzschlagfrequenzen R_{HP} kleiner als 1 ist, dies bedeutet, daß die Spitzenherzschlagfrequenz R_{HP} gering ansteigt oder abnimmt, setzt die Verarbeitung mit Schritt c8 fort, wo festgestellt wird, ob ein Spitzenherzschlaggradienten-Zeitgeber begonnen hat aufwärts zu zählen oder nicht. In diesem Fall hat der Spitzenherzschlaggradienten-Zeitgeber nicht mit dem Aufwärtszählen begonnen, und die Verarbeitung setzt mit Schritt c9 fort, wo der Spitzenherzschlaggradienten-Zeitgeber mit dem Aufwärtszählen beginnt. Im Schritt c10 wird festgestellt, ob der Zählwert T_{CP} des Spitzenherzschlag-Zählers eine vorbestimmte Zeit T_{RP} , z. B. 30 Sekunden, oder mehr beträgt oder nicht. Auch wenn in Schritt c8 festgestellt wird, daß der Spitzenherzschlaggradienten-Zeitgeber mit dem Aufwärtszählen begonnen hat, wird die Verarbeitung mit Schritt c10 fortgesetzt.

Wenn in Schritt c10 festgestellt wird, daß der Zählwert T_{CP} des Spitzenherzschlag-Zeitgebers gleich der voreingestellten T_{RP} oder mehr ist, dies bedeutet, daß ein Zustand vorliegt, bei dem die Variationsbreite der Spitzenherzschlagfrequenz für eine lange Zeit angehalten hat, wird in Schritt c11 festgestellt, ob der Zählwert T_{CD} des Spitzenherzschlag-Gradientenzeitgebers größer oder gleich der voreingestellten Zeit T_{RD} , z. B. 30 Sekunden, ist oder nicht.

Wenn in Schritt c11 festgestellt wird, daß der Zählwert T_{CD} des Spitzenherzschlag-Gradientenzeitgebers größer als die voreingestellte Zeit T_{RD} ist, dies bedeutet, daß ein Zustand leicht zu- oder abnehmender Spitzenherzschlagfrequenz für eine lange Zeit angehalten hat, wird in Schritt c12 eine Flagge F_{WS} für einen stabilen

Wachheitszustand gesetzt, in Schritt c13 wird der 30-Sekunden-Mittelwert $RA_{30(n)}$ als eine Referenz-Herzschlagfrequenz R_{HB} gewählt, in Schritt c14 werden der Zählwert T_{CP} des Spitzenherzschlag-Zeitgebers und der Zählwert T_{CD} des Spitzenherzschlag-Gradientenzeitgebers jeweils individuell auf 0 zurückgesetzt, und die Verarbeitung kehrt zu Schritt c1 in Abhängigkeit vom nächsten Unterbrechungssignal zurück.

Wenn weiter in Schritt c3 festgestellt wird, daß der Absolutwert des mit dem 10-Punkt-Mittelwert $RA_{10(n)}$ subtrahierten 30-Sekunden-Mittelwerts $RA_{30(n)}$ 2 überschreitet, dies bedeutet, daß die Änderung in der Herzschlagfrequenz des Fahrers relativ groß ist, oder wenn in Schritt c4 festgestellt wird, daß der Absolutwert der mit der vorangehenden Spitzenherzschlagfrequenz $R_{HP(n-1)}$ subtrahierten aktuellen Spitzenherzschlagfrequenz $R_{HP(n)}$ gleich 2 oder mehr beträgt, dies bedeutet, daß die Spitzenherzschlagfrequenz R_{HP} relativ stark ansteigt oder abnimmt, oder wenn in Schritt c7 festgestellt wird, daß der Absolutwert des Gradienten DR_H der Spitzenherzschlagfrequenz R_{HP} gleich 1 oder mehr beträgt, dies bedeutet, daß die Spitzenherzschlagfrequenz R_{HP} relativ stark ansteigt oder abnimmt, oder wenn in Schritt c10 festgestellt wird, daß der Zählwert T_{CP} des Spitzenherzschlag-Zeitgebers nicht die voreingestellte Zeit T_{RP} erreicht, dies bedeutet, daß eine geringe Variation der Spitzenherzschlagfrequenz nicht für eine lange Zeit anhält, oder wenn in Schritt c11 festgestellt wird, daß der Zählwert T_{CD} des Spitzenherzschlag-Gradientenzeitgebers nicht die voreingestellte Zeit T_{RD} erreicht, dies bedeutet, daß der Zustand, bei dem die Spitzenherzschlagfrequenz sehr leicht ansteigt oder abnimmt, nicht für eine lange Zeit anhält, setzt die Verarbeitung mit Schritt c15 fort, wo festgestellt wird, ob es eine Spitzenherzschlagfrequenz R_{HP} gab oder nicht, die nicht kleiner als der mit 3 subtrahierte Wert der Referenz-Herzschlagfrequenz R_{HB} und größer als die mit 2 subtrahierte Referenz-Herzschlagfrequenz R_{HB} in den letzten 20 Sekunden ist.

Wenn in Schritt c15 festgestellt wird, daß es eine Spitzenherzschlagfrequenz R_{HP} gab, die nicht kleiner als der mit 3 subtrahierte Wert der Referenz-Herzschlagfrequenz R_{HB} und größer als die mit 2 subtrahierte Referenz-Herzschlagfrequenz R_{HB} in den letzten 20 Sekunden ist, dies bedeutet, daß der Fahrer den Übergangsbereich erreicht hat, setzt die Verarbeitung mit Schritt c16 fort, wo die Übergangszustandsflagge F_{ST} gesetzt wird, und in Schritt c17 wird festgestellt, ob die Flagge F_{WS} für einen stabilen Wachheitszustand gesetzt ist oder nicht. Wenn in Schritt c15 festgestellt wird, daß es keine Spitzenherzschlagfrequenz R_{HP} gab, die nicht kleiner als der um 3 subtrahierte Wert der Referenz-Herzschlagfrequenz R_{HB} und größer als die um 2 subtrahierte Referenz-Herzschlagfrequenz R_{HB} in den letzten 20 Sekunden ist, dies bedeutet, daß der Fahrer den Übergangsbereich nicht erreicht hat, setzt die Verarbeitung mit Schritt c17 fort, und wenn in Schritt c17 festgestellt wird, daß die Flagge F_{WS} für einen stabilen Wachheitszustand nicht gesetzt ist, kehrt die Verarbeitung zurück zu Schritt c7 in Abhängigkeit vom nächsten Unterbrechungssignal.

Wenn andererseits in Schritt c16 festgestellt wird, daß die Übergangszustandsflagge F_{ST} gesetzt ist, oder wenn in Schritt c17 festgestellt wird, daß die Flagge F_{WS} für einen stabilen Wachheitszustand gesetzt ist, wird in Schritt c18 festgestellt, ob eine vorbereitende Warnflagge F_{PR} , die später beschrieben wird, gesetzt ist oder nicht. Da die vorbereitende Warnflagge F_{PR} zu Beginn

nicht gesetzt ist, setzt die Verarbeitung mit Schritt c19 fort, wo festgestellt wird, ob der mit dem aktuellen 4-Punkt-Mittelwert $RA_{4(n)}$ subtrahierte Wert der Referenz-Herzschlagfrequenz R_{HB} 0 überschreitet und kleiner gleich 5 ist oder nicht. Wenn in Schritt c19 festgestellt wird, daß der mit dem 4-Punkt-Mittelwert subtrahierte Wert der Referenz-Herzschlagfrequenz R_{HB} 0 überschreitet und kleiner oder gleich 5 ist, dies bedeutet, daß die Wachheit des Fahrers dazu tendiert abzunehmen, wird in Schritt c20 die vorbereitende Warnflagge F_{PR} gesetzt und der Schritt c1 und die weiteren werden in Abhängigkeit vom nächsten Unterbrechungssignal wiederholt.

Wenn in Schritt c18 festgestellt wird, daß die vorbereitende Warnflagge F_{PR} gesetzt ist, dies bedeutet, daß die Wachheit des Fahrers dazu tendiert abzunehmen, setzt die Verarbeitung mit Schritt c21 fort, wo festgestellt wird, ob der mit der aktuellen Herzschlagfrequenz $R_{H(n)}$ subtrahierte Wert der Referenz-Herzschlagfrequenz R_{HB} kleiner als 5 ist oder nicht. Wenn in Schritt c21 festgestellt wird, daß der um die aktuelle Herzschlagfrequenz $R_{H(n)}$ subtrahierte Wert der Referenz-Herzschlagfrequenz R_{HB} kleiner als 5 ist, dies bedeutet, daß die Abnahme der Herzschlagfrequenz relativ klein ist, setzt die Verarbeitung mit Schritt c22 fort, wo der Warnlevel L_w auf einen ersten Level gesetzt wird, und die Verarbeitung kehrt zu Schritt c1 in Abhängigkeit vom nächsten Unterbrechungssignal zurück. Wenn in Schritt c21 festgestellt wird, daß der um die aktuelle Herzschlagfrequenz $R_{H(n)}$ subtrahierte Wert der Referenz-Herzschlagfrequenz R_{HB} gleich 5 oder mehr ist, dies bedeutet, daß der Anstieg der Herzschlagfrequenz relativ groß ist, setzt die Verarbeitung mit Schritt c19 fort. Wenn in Schritt c19 festgestellt wird, daß der mit dem 4-Punkt-Mittelwert $RA_{4(n)}$ subtrahierte Wert der Referenz-Herzschlagfrequenz R_{HB} größer als 5 ist, dies bedeutet, daß der Anstieg der Herzschlagrate des Fahrers sehr groß ist, setzt die Verarbeitung mit Schritt c23 fort, wo festgestellt wird, ob der Absolutwert der mit der vorausgehenden Spitzenherzschlagfrequenz $R_{HP(n-1)}$ subtrahierten aktuellen Spitzenherzschlagfrequenz $R_{HP(n)}$ größer als 4 ist oder nicht.

Wenn in Schritt c23 festgestellt wird, daß der Absolutwert der mit der vorausgehenden Spitzenherzschlagfrequenz $R_{HP(n-1)}$ subtrahierten aktuellen Spitzenherzschlagfrequenz $R_{HP(n)}$ größer als 4 ist, dies bedeutet, daß der Fahrer schnell weniger aufmerksam wird, setzt die Verarbeitung mit Schritt c24 fort, wo festgestellt wird, ob der anschließende Spitzenherzschlag-Zeitgeber mit dem Aufwärtszählen begonnen hat oder nicht. Wenn festgestellt wird, daß der anschließende Spitzenherzschlag-Zeitgeber mit dem Aufwärtszählen nicht begonnen hat, beginnt in Schritt c25 das Aufwärtszählen des anschließenden Spitzenherzschlag-Zeitgebers, in Schritt c26 wird die anschließende Spitzendatennummer N_{DB} um 1 erhöht, und in Schritt c27 wird festgestellt, ob der Zählwert T_{CB} des anschließenden Spitzenherzschlag-Zeitgebers eine voreingestellte Zeit T_{RB} , z. B. 20 Sekunden, überschreitet oder nicht. Wenn in Schritt c25 festgestellt wird, daß der anschließende Spitzenherzschlag-Zeitgeber mit dem Aufwärtszählen begonnen hat, setzt die Verarbeitung mit Schritt c26 fort.

Wenn in Schritt c27 festgestellt wird, daß der Zählwert T_{CB} des anschließenden Spitzenherzschlag-Zeitgebers die voreingestellte Zeit T_{RB} überschreitet, dies bedeutet, daß die Herzschlagfrequenz des Fahrers in starkem Maße variiert, setzt die Verarbeitung mit Schritt c28 fort, wo der Zählwert T_{CB} des anschließenden Spit-

zenherzschlag-Zeitgebers auf 0 zurückgesetzt wird. In Schritt c29 wird auch die anschließende Spitzenherzschlag-Datennummer N_{DB} auf 0 zurückgesetzt, in Schritt c30 wird der Warnlevel auf einen zweiten Level gesetzt und die Verarbeitung kehrt zu Schritt c1 in Abhängigkeit vom nächsten Unterbrechungssignal zurück. Wenn in Schritt c23 festgestellt wird, daß der Absolutwert der um die vorausgehende Spitzenherzschlagfrequenz $R_{HP(n-1)}$ subtrahierten aktuellen Spitzenherzschlagfrequenz $R_{HP(n)}$ kleiner oder gleich 4 ist, dies bedeutet, daß die Wachheit des Fahrers fortgesetzt abnimmt, setzt die Verarbeitung mit Schritt c30 fort, wo der Warnlevel auf den zweiten Level gesetzt wird.

Wenn weiter in Schritt c27 festgestellt wird, daß der Zählwert T_{CB} des anschließenden Spitzenherzschlag-Zeitgebers gleich der voreingestellten Zeit T_{RB} oder geringer ist, dies bedeutet, daß große Variationen der Herzschlagfrequenz des Fahrers nicht für lange Zeit anhalten, setzt die Verarbeitung mit Schritt c31 fort, wo festgestellt wird, ob die anschließende Spitzenherzschlag-Datennummer N_{DB} größer als 3 ist oder nicht. Wenn festgestellt wird, daß die anschließende Spitzenherzschlag-Datennummer N_{DB} größer als 3 ist, dies bedeutet, daß die Wachheit des Fahrers periodisch abnimmt, setzt die Verarbeitung mit Schritt c32 fort, wo der Warnlevel auf den dritten Level gesetzt wird, und die Verarbeitung kehrt zu Schritt c1 in Abhängigkeit vom nächsten Unterbrechungssignal zurück. Wenn in Schritt c31 festgestellt wird, daß die anschließende Spitzenherzschlag-Datennummer N_{DB} kleiner als 3 ist, dies bedeutet, daß die Wachheit des Fahrers nicht periodisch abnimmt, setzt die Verarbeitung mit Schritt c30 fort.

Um das Fahrzeug exakt entsprechend dem Straßenverlauf zu fahren, betätigt der Fahrer grob das Lenkrad 33 entsprechen den Kurven der Straße, und er lenkt das Fahrzeug genauer entsprechend dem Straßenzustand. Das heißt, um auf der Straße von der aktuellen Position des Fahrers zu einer Zielposition zu fahren, wird das Lenkrad 33 grob entsprechend dem Straßenverlauf gesteuert, und wenn der Fahrer das Fahrzeug entsprechend dem Straßenzustand steuert, wird das Lenkrad 33 genau entsprechend der Position des Fahrzeugs relativ zur Straße in jedem Moment gesteuert. Diese Feinsteuerung des Lenkrads 33 kann detektiert werden, um die Wachheit des Fahrers zu bestimmen.

Fig. 12 zeigt eine vergrößerte Querschnittsstruktur einer Lenkspindel 20, an der ein Lenkwinkelsensor 21 angeordnet ist. Die Lenkspindel 20 mit dem integrierten Lenkrad 33 ist drehbar an einer Lenksäule 36 angeordnet, die Lenkspindel 20 weist einen integrierten und coaxialen Zahnradzylinder 37 auf, und der Zahnradzylinder 37 ist integriert mit einem Antriebszahnrad 38 ausgebildet. Die Lenksäule 36 ist angrenzend zu der Lenkspindel 20 mit dem Lenkwinkelsensor 21 angeordnet, der ein Potentiometer ist. Eine rotierende Welle 39 des Lenkwinkelsensors 21 weist integriert ein antreibbares Zahnrad 40 auf und ist im Eingriff mit einem zahnspielverhindernden Zahnrad 41, das relativ zum antreibbaren Zahnrad 40 verdrehbar ist. Das Antriebszahnrad 38 des Zahnradzylinders 37 steht in Eingriff mit dem antreibbaren Zahnrad 40 und dem zahnspielverhindernden Zahnrad 41.

Wenn das Lenkrad 33 betätigt wird, dreht sich die Lenkspindel 20 entsprechend, und deshalb wird das antreibbare Zahnrad 40 durch das zahnspielverhindernden Zahnrad 41 gedreht, mit dem die Phase relativ zum antreibbaren Zahnrad 40 vorangehend eingestellt wird. Eine exakt dem Drehen der Lenkspindel 20 entspre-

chende Rotation wird auf die Drehwelle 39 des Lenkwinkelsensors 21 übertragen. Ein Drehzustand der Lenkspindel 20 wird durch den Lenkwinkelsensor 21 exakt detektiert und wird als ein elektrisches Signal ausgegeben.

Der Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 24 detektiert die Rotation der Ausgangswelle der Übersetzung (bei der vorliegenden Ausführungsform nicht dargestellt). Es ist jedoch möglich, andere bekannte Arten von Fahrzeugsensoren vorzusehen, die die Fahrzeuggeschwindigkeit entsprechend der Rotationsgeschwindigkeit der angetriebenen Räder detektieren.

Die Lenkwinkeldaten-Verarbeitungsmittel 22 berechnen einen Standardwert der Lenkkomponente, die frequenzanalysiert wird, um die Wachheit des Fahrers in Abhängigkeit von detektierten Signalen vom Lenkwinkelsensor 21 und Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 24 zu bestimmen, und die Mittel 22 verarbeiten den Absolutwert des detektierten Signals des Lenkwinkelsensors 21, der unter Benutzung einer gleitenden Mittelwertgleichung bandpaßgefiltert wird, um Lenkwinkeldaten zu erhalten. Insbesondere werden die Lenkwinkeldaten sequentiell alle 0,1 Sekunden mit einer Meßwertersatzfrequenz von 10 Hz aufgenommen. Die Lenkwinkeldaten werden FFT analysiert (Fast-Fourier-transformiert), um die Beträge (das Leistungsspektrum) von Komponenten individueller Frequenzbänder zu erhalten.

Fig. 13 zeigt ein Diagramm, das die Bewegungsscharakteristik des Fahrers über der erhaltenen Frequenzverteilung des Lenkwinkelsignals des Lenkrads 33 darstellt, wobei die durchgezogene Linie einen gewöhnlichen Fahrer mit hoher Wachheit und die gestrichelte Linie einen Fahrer mit verringert er Wachheit kennzeichnet. In dem Diagramm entspricht 1 Hz einer Umdrehung des Lenkrads 33 pro Sekunde, 0,1 Hz entspricht einer Umdrehung des Lenkrads 33 pro 10 Sekunden und 0,5 Hz entsprechen einer Umdrehung des Lenkrads 33 pro 2 Sekunden. Dem Diagramm ist zu entnehmen, daß die Frequenz der Feinbetätigung des Lenkrads 33 mit zunehmender Wachheit des Fahrers zunimmt, und die Frequenz der Feinbetätigung des Lenkrads 33 mit abnehmender Wachheit des Fahrers abnimmt. Deshalb ist es möglich, die Wachheit des Fahrers dadurch zu bestimmen, daß nur die Fläche der Feinbetätigung des Lenkrads 33 bestimmt und mit einem voreingestellten Referenzwert verglichen wird.

Dies bedeutet, daß die detektierten Daten in vorbestimmte Frequenzbänder eingeteilt werden, wobei ein Mittelwert einer Vielzahl von Punkten jeder Meßwertaufnahmeperiode von der Gegenwart bis zur Vergangenheit durch einen Tiefpaßfilter mit einer niedrigeren als einer vorbestimmten Frequenz bestimmt wird, dies bedeutet durch eine gleitende Mittelwertberechnung. Insbesondere wird von dem in Fig. 13 dargestellten Diagramm die 0,3 bis 1,0 Hz-Komponente der Feinbetätigung des Lenkrads 33 als ein Gebiet einer visuellen Lenkkomponente (im folgenden als "visuelle Lenkkomponente" bezeichnet) genommen, eine Komponente von weniger als 0,3 Hz wird abgeschnitten, weil dieser Bereich eine Grobbetätigung des Lenkrads 33 in Abhängigkeit von Kurven der Straße darstellt, und eine Komponente von mehr als 1,0 Hz wird auch abgeschnitten. Die oben genannte visuelle Lenkkomponente wird später im Detail beschrieben.

Die Einteilung in Frequenzbänder wird durch gleitende Mittelwertberechnung erreicht. Wo ein Erfassungsintervall gleich I_s und eine Abschneidefrequenz gleich f

ist, kann im allgemeinen die zu mittelnde Anzahl M von Probenwerten durch die folgende Gleichung bestimmt werden:

$$M = 0,443 / (I_s \cdot f).$$

Deshalb, um eine Lenkkomponentenfläche S_H von weniger als 1,0 Hz zu bestimmen, wird eine Anzahl M_H von Probenwerten berechnet, wenn die Abschneidefrequenz 1,0 Hz ist.

$$M_H = 0,443 / (0,1 \cdot 1,0).$$

Weiter, um eine Lenkkomponentenfläche S_L von mehr als 0,3 Hz zu bestimmen, wird eine Anzahl M_L von Probenwerten berechnet, wenn die Abschneidefrequenz 0,3 Hz ist.

$$M_L = 0,443 / (0,1 \cdot 0,3).$$

So werden die Anzahlen zur Abtrennung der visuellen Lenkfläche S zu $M_H = 4$ und $M_L = 15$ berechnen.

Deshalb werden ein über 4 Punkte gleitender Mittelwert P_{A4} und ein über 15 Punkte gleitender Mittelwert P_{A15} des Lenkwinkels von jeder Testwertperiode von der Gegenwart und der Vergangenheit berechnet, und bei 1 Sekunde und 7 Sekunden, wobei die Meßwertfassungperioden 0,1 Sekunden betragen, werden ein über 10 Punkte gleitender Mittelwert des über 4 Punkte gleitenden Mittelwerts des visuellen Lenkwinkels P_{A4} (im folgenden als "10 × 4-Mittelwert" bezeichnet) P_{A4-10} , ein über 70 Punkte gleitender Mittelwert (im folgenden als "70 × 4-Mittelwert" bezeichnet) P_{A4-70} , ein über 10 Punkte gleitender Mittelwert des über 15 Punkte gleitenden Mittelwertes des Lenkwinkels (im folgenden als "10 × 15-Mittelwert" bezeichnet) P_{A15-10} und ein über 70 Punkte gleitender Mittelwert (im folgenden als "70 × 15-Punkt-Mittelwert") P_{A15-70} berechnet. Durch Bestimmung der Differenzen dieser Werte können Parameter P_{S10} und P_{S70} in der visuellen Lenkkomponentenfläche S berechnet werden.

Wenn das Diagramm, das die visuelle Lenkkomponente des Fahrers über der Frequenzverteilung des Lenkwinkelsignals des Lenkrads 33, wie in Fig. 13 dargestellt, zeigt, gebildet wird, wird bei der vorliegenden Ausführungsform ein vorbestimmter Fahrttest ausgeführt, um die visuelle Lenkkomponente eines wachen Fahrers bei gewöhnlicher Fahrt (durchgezogene Linie) und die visuelle Lenkkomponente eines nicht wachen (schlafenden) Fahrers (gestrichelte Linie) zu bestimmen.

Generell betätigt ein Fahrer das Lenkrad 33, um dem Fahrverlauf der Straße oder seinem Zielkurs unter Berücksichtigung der Fahrgeschwindigkeit, die auf der visuellen Information von "Straßenverlauf vor dem Fahrzeug" und "aktuelle Position des Fahrzeugs auf der Straße" basiert, zu folgen. Die Erfinder haben entdeckt, daß, wenn ein Teil der visuellen Information begrenzt wird, sich die Begrenzung der visuellen Information auf die Betätigungscharakteristik des Lenkrads 33 auswirkt. Dies bedeutet, daß das visuelle Lenken hauptsächlich durch Begrenzung der visuellen Information des Fahrers, die Fahrgeschwindigkeit und individuelle Unterschiede auf die Lenkwinkelfrequenzantwort des Lenkrads 33 gesteuert wird. Dies wurde in der Konferenz "Dynamic and Design Conference 1992" der Society of Mechanical Engineering vom 07. bis 08. Juli 1992 präsentiert, von der Testergebnisse nachfolgend im einzelnen beschrieben werden.

Bei den ausgeführten Tests zur Bestimmung von Betätigungscharakteristiken des Lenkrads 33 durch den Fahrer bei Benutzung einer vorbestimmten kurvigen Straße fuhr das Fahrzeug mit einer vorbestimmten Geschwindigkeit, wobei der Fahrer teilweise maskiert war. Insbesondere wurde der Fahrttest, wie in Fig. 15 dargestellt, mit einer auf einen bestimmten Abstand zum Fahrzeug 42 begrenzten Frontsicht des Fahrers durchgeführt, und Lenkwinkeldaten des Lenkrads 33 wurden frequenzanalysiert, um die Betätigungscharakteristiken zu bestimmen. Als Ergebnis ergab sich, wenn eine gewöhnliche Fahrt und eine Fahrt mit begrenzter Aufsicht frequenzanalysiert wurden, daß eine auffällige Differenz zwischen den beiden Fällen in dem Bereich von 0,3 bis 1,0 Hz zu bemerken war. Von dem Ergebnis kann angenommen werden, daß die Daten des 0,3 bis 1,0 Hz-Bereichs eine rückgekoppelte, genaue Korrektur der Lenkung zur Steuerung der Positionsrelation zwischen dem Fahrzeug 42 und der Straße vor dem Fahrzeug 42 darstellen.

Da die obere Sicht des Fahrers bei diesem Test begrenzt war, war die visuelle Lenkkomponente deutlicher als beim gewöhnlichen Fahren.

Deshalb kann die Feinlenkkomponente des Lenkrads 33, dies ist die visuelle Lenkkomponente, durch Analysieren der Frequenz der Lenkwinkeldaten des Lenkrads 33 und Extrahieren der Daten aus dem 0,3 bis 1,0 Hz-Bereich detektiert werden. Weiter kann die Wachheit des Fahrers von den Daten des visuellen Lenkkomponentenbereichs bestimmt werden, was der Tatsache zu entnehmen ist, daß das Ergebnis mit der Tendenz des in Fig. 13 dargestellten Diagramms übereinstimmt.

Der Verarbeitungsablauf der Lenkwinkeldaten-Verarbeitungsmittel 22 nach der vorliegenden Ausführungsform ist in den Fig. 16 und 17 dargestellt. Insbesondere wird die Verarbeitung bei den Lenkwinkeldaten-Verarbeitungsmitteln 22 bei der vorliegenden Ausführungsform in einer vorbestimmten Periode ausgeführt, dies bedeutet nach Erhalt eines Unterbrechungssignals alle 15 Sekunden. Zuerst wird in Schritt d1 ein Lenkwinkel Θ vom Lenkwinkelsensor 21 und eine Fahrgeschwindigkeit V vom Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 24 zu jeder Meßwertaufnahmeperiode von 0,1 Sekunden eingelesen. In Schritt d2 wird bestimmt, ob der Absolutwert des eingelesenen Lenkwinkels Θ kleiner als 10° ist oder nicht. Wenn festgestellt wird, daß der Absolutwert des Lenkwinkels Θ kleiner als 10° ist, setzt die Verarbeitung mit Schritt d3 fort. Wenn der Absolutwert des Lenkwinkels Θ als gleich oder größer 10° bestimmt wird, setzt die Verarbeitung mit Schritt d4 fort, wo die vergangene effektive Lenkwinkeldatennummer N_s zurückgesetzt wird, und die Verarbeitung kehrt wieder zu Schritt d1 zurück. Wenn das Fahrzeug mit einem Lenkwinkel Θ von 10° oder mehr fährt, dies entspricht einer Zeit, bei der Fahrer das Lenkrad 33 grob steuert, was nicht als Daten für die Bestimmung der visuellen Lenkkomponente geeignet ist, die zur Bestimmung der Wachheit des Fahrers erforderlich ist.

In Schritt d3 wird festgestellt, ob die eingelesene Fahrgeschwindigkeit V größer oder gleich 30 km/h ist oder nicht, und wenn festgestellt wird, daß die Fahrgeschwindigkeit V größer oder gleich 30 km/h ist, setzt die Verarbeitung mit Schritt d5 fort. Wenn festgestellt wird, daß die Fahrgeschwindigkeit V geringer als 30 km/h ist, setzt die Verarbeitung mit Schritt d4 fort, wo, wie oben beschrieben, die Lenkwinkeldatennummer N_s auf 0 zurückgesetzt wird, und die Verarbeitung kehrt wieder zu Schritt d1 zurück. Wenn die Fahrzeugge-

schwindigkeit V geringer als 30 km/h ist, stellt dies einen Fall dar, wo z. B. das Fahrzeug mit niedriger Geschwindigkeit auf einer belebten Straße fährt. In einem solchen Fall sind die Daten ungeeignet zur Bestimmung der Wachheit des Fahrers, da der Fahrer bedeutungslose Betätigung des Lenkrads 33 ausführen kann. Deshalb wird, wie oben beschrieben, der eingeleseene Lenkwinkel Θ nicht in Schritt d4 gewählt, wenn der Absolutwert des Lenkwinkels Θ gleich 10° oder mehr beträgt oder wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit V geringer als 30 km/h ist.

In Schritt d5 wird die in Schritt d2 und d3 gewählte effektive Lenkwinkeldatennummer N_s um 1 inkrementiert. In Schritt d6 wird festgestellt, ob die effektive Lenkwinkeldatennummer N_s gleich 4 oder mehr beträgt oder nicht, und wenn festgestellt wird, daß diese 4 oder größer ist, setzt die Verarbeitung mit Schritt d7 fort. In Schritt d7 wird der 4-Punkt-Mittelwert P_{A4} berechnet, und die Verarbeitung setzt mit Schritt d8 fort, wo die 4-Punkt-Mittelwert-Datennummer N_{P4} des in Schritt d7 berechneten 4-Punkt-Mittelwerts P_{A4} um 1 inkrementiert wird. Wenn in Schritt d6 festgestellt wird, daß die effektive Lenkwinkeldatennummer N_s kleiner als 4 ist, kehrt die Verarbeitung zu Schritt d1 zurück, da der 4-Punkt-Mittelwert P_{A4} in Schritt d7 nicht berechnet werden kann.

Im Schritt d9 wird festgestellt, ob die effektive Lenkwinkeldatennummer N_s größer gleich 15 ist oder nicht, und wenn festgestellt wird, daß diese gleich 15 oder größer ist, setzt die Verarbeitung mit Schritt d10 fort. In Schritt d10 wird der 15-Punkt-Mittelwert P_{A15} berechnet, und die Verarbeitung setzt mit Schritt d11 fort, wo die 15-Punkt-Mittelwert-Datennummer N_{P15} um 1 inkrementiert wird. Wenn in Schritt d9 festgestellt wird, daß die effektive Lenkwinkeldatennummer N_s kleiner als 15 ist, kehrt die Verarbeitung zu Schritt d1 zurück, da der 15-Punkt-Mittelwert Schritt d10 nicht berechnet werden kann.

In Schritt d12 wird festgestellt, ob die 4-Punkt-Mittelwert-Datennummer N_{P4} größer gleich 10 ist oder nicht, und wenn diese gleich 10 oder größer ist, setzt die Verarbeitung mit Schritt d13 fort, wo der oben beschriebene 10×4 -Mittelwert P_{A4-10} berechnet wird, und die Verarbeitung setzt mit Schritt d14 fort. In Schritt d14 wird festgestellt, ob die 15-Punkt-Mittelwert-Datennummer N_{P15} größer gleich 10 ist oder nicht, und wenn diese gleich 10 oder größer ist, setzt die Verarbeitung mit Schritt d15 fort, wo der oben beschriebene 10×15 -Punkt-Mittelwert P_{A15-10} berechnet wird, und die Verarbeitung setzt mit Schritt d16 fort. Wenn in den Schritten d12 und d14 festgestellt wird, daß die 4-Punkt-Mittelwert-Datennummer N_{P4} oder die 15-Punkt-Mittelwert-Datennummer N_{P15} kleiner als 10 ist, kehrt die Verarbeitung zu Schritt d1 zurück, da der 10×4 -Punkt-Mittelwert P_{A4-10} und der 10×15 -Punkt-Mittelwert P_{A15-10} in den Schritten d13 und d15 nicht berechnet werden kann.

In Schritt d16 wird festgestellt, ob die 4-Punkt-Mittelwert-Datennummer N_{P4} größer gleich 70 ist oder nicht, und wenn festgestellt wird, daß diese 70 oder mehr beträgt, setzt die Verarbeitung mit d17 fort, wo der oben beschriebene 70×4 -Punkt-Mittelwert P_{A4-70} berechnet wird, und die Verarbeitung setzt mit Schritt d18 fort. In Schritt d18 wird festgestellt, ob die 15-Punkt-Mittelwert-Datennummer N_{P15} größer gleich 70 ist oder nicht, und wenn diese gleich 70 oder mehr beträgt, setzt die Verarbeitung mit Schritt d19 fort, wo der oben beschriebene 70×15 -Punkt-Mittelwert P_{A15-70} berechnet wird. Wenn in den Schritten d16 und d18 festgestellt wird, daß

die 4-Punkt-Mittelwert-Datennummer N_{P4} oder die 15-Punkt-Mittelwert-Datennummer N_{P15} kleiner als 70 ist, kehrt die Verarbeitung zu Schritt d1 zurück, da der 70×4 -Punkt-Mittelwert P_{A4-70} und der 70×15 -Punkt-Mittelwert P_{A15-70} in den Schritten d17 und d19 nicht berechnet werden kann.

Die Mittel 23 zur Bestimmung der Wachheit in Abhängigkeit vom Lenken bestimmen die aktuelle Wachheit des Fahrers in Abhängigkeit von einem Referenzwert (im folgenden als "Referenzparameter" bezeichnet) einer frequenzanalysierten Lenkkomponente, um die Wachheit des Fahrers widerzuspiegeln, die durch die Lenkwinkeldaten-Verarbeitungsmittel 22 berechnet wird, und die Mittel 23 setzen den Warnlevel in Abhängigkeit von dem Wachheitslevel. So werden vom 10×4 -Punkt-Mittelwert P_{A4-10} , 70×4 -Punkt-Mittelwert P_{A4-70} , 10×15 -Punkt-Mittelwert P_{A15-10} und 70×15 -Punkt-Mittelwert P_{A15-70} die Parameter PS_{10} und PS_{70} des visuellen Lenkkomponentenbereichs S gemäß den folgenden Gleichungen berechnet:

$$PS_{10} = |P_{A4-10} - P_{A15-10}|$$

$$PS_{70} = |P_{A4-70} - P_{A15-70}|$$

Dann werden die Parameter PS_{10} und PS_{70} des visuellen Lenkkomponentenbereichs S mit voreingestellten Referenzparametern verglichen, um den Wachheitslevel des Fahrers zu bestimmen.

Der Verarbeitungsablauf der Mittel 23 zur Bestimmung der Wachheit in Abhängigkeit vom Lenken nach der vorliegenden Ausführungsform ist in den Fig. 18 und 19 dargestellt. Die Verarbeitung bei den Mitteln 23 zur Bestimmung der Wachheit in Abhängigkeit vom Lenken wird bei der vorliegenden Ausführungsform insbesondere bei jedem Unterbrechungssignal, z. B. alle 15 ms, ausgeführt. Zuerst wird in Schritt e1 der Parameter PS_{70} des visuellen Lenkkomponentenbereichs S aus dem Absolutwert der Differenz zwischen dem 70×4 -Punkt-Mittelwert P_{A4-70} und dem 70×15 -Punkt-Mittelwert P_{A15-70} berechnet. In Schritt e2 wird bestimmt, ob der berechnete Parameter PS_{70} des visuellen Lenkkomponentenbereichs S nicht kleiner als der Referenzparameter PSS_{70} ist oder nicht, und wenn der Parameter PS_{70} des visuellen Lenkkomponentenbereichs S kleiner als der Referenzparameter PSS_{70} ist, setzt die Verarbeitung mit Schritt e3 fort.

In Schritt e3 wird der Parameter PS_{10} des visuellen Lenkkomponentenbereichs S aus dem Absolutwert der Differenz zwischen dem 10×4 -Punkt-Mittelwert P_{A4-10} und dem 10×15 -Punkt-Mittelwert P_{A15-10} berechnet. In Schritt e4 wird festgestellt, ob der Parameter PS_{10} des visuellen Lenkkomponentenbereichs S nicht größer als der Referenzparameter PSS_{10} ist oder nicht, und wenn der Parameter PS_{10} des visuellen Lenkkomponentenbereichs S nicht mehr als der Referenzparameter PSS_{10} beträgt, setzt die Verarbeitung mit Schritt e5 fort.

Der Referenzparameter wird in Abhängigkeit dem Wachheitslevel des Fahrers gesetzt, und bei der vorliegenden Ausführungsform wird 0,21 als Referenzparameter PSS_{70} korrespondierend zu dem visuellen Lenkkomponentenparameter PS_{70} und 0,17 als Referenzparameter PSS_{10} korrespondierend zu dem visuellen Lenkkomponentenparameter PS_{10} gesetzt. Die berechneten Parameter PS_{10} und PS_{70} des visuellen Lenkkomponentenbereichs S werden mit den Referenzparametern PSS_{70} und PSS_{10} verglichen, um den Warnlevel L_w zu setzen. Die oben beschriebenen Referenzparameter PSS_{70} und PSS_{10} werden, wie oben beschrieben, entspre-

chend dem in Fig. 13 dargestellten Diagramm gesetzt, das die visuellen Lenkkomponenten einer Fahrt, bei der der Wachheitslevel des Fahrers niedrig ist, und eine Fahrt zeigt, bei der der Wachheitslevel des Fahrers relativ zur Frequenzverteilung hoch ist. Diese Werte sind nicht auf jene in der obigen Ausführungsform beschränkt, können jedoch entsprechend an verschiedene Bedingungen angepaßt gesetzt werden.

Wenn festgestellt wird, daß der in Schritt e2 berechnete Parameter Ps_{70} des visuellen Lenkkomponentenbereichs S größer als der Referenzparameter Pss_{70} ist, setzt die Verarbeitung mit Schritt e6 fort. Wenn festgestellt wird, daß der in Schritt e4 berechnete Parameter Ps_{10} des visuellen Lenkkomponentenbereichs S größer als der Referenzparameter Pss_{10} ist, setzt die Verarbeitung mit Schritt e6 fort. Da der Wachheitslevel des Fahrers als hoch angenommen wird, wird in Schritt e6 der Zählwert T_{CU} des Wachheitsabnahmezeitgebers auf 0 zurückgesetzt, und Schritt e1 wird in Abhängigkeit vom nächsten Unterbrechungssignal wiederholt.

In Schritt e8 wird festgestellt, ob der Wachheitsabnahme-Zeitgeber mit dem Aufwärtszählen begonnen hat oder nicht, und wenn festgestellt wird, daß dieser nicht aufwärts zählt, wird in Schritt e7 das Aufwärtszählen des Wachheitsabnahme-Zeitgebers gestartet. In Schritt e8 wird festgestellt, ob der Zählwert T_{CU} des Wachheitsabnahme-Zeitgebers nicht mehr als eine voreingestellte Zeit T_{RU} , z. B. 3 Sekunden, beträgt oder nicht, dies bedeutet $Ps_{70} \geq Pss_{70}$ und $Ps_{10} \leq Pss_{10}$. Wenn festgestellt wird, daß der Zählwert T_{CU} nicht mehr als die voreingestellte Zeit T_{RU} beträgt, setzt die Verarbeitung mit Schritt e6 fort, wo der Zählwert T_{CU} des Wachheitsabnahme-Zeitgebers auf 0 zurückgesetzt wird, im anderen Fall setzt die Verarbeitung mit Schritt e9 fort.

In Schritt e9 wird festgestellt, ob ein Warnänderungs-Zeitgeber mit dem Aufwärtszählen begonnen hat oder nicht, und wenn festgestellt wird, daß dieser nicht aufwärts zählt, wird in Schritt e10 das Aufwärtszählen des Warnänderungs-Zeitgebers gestartet. In Schritt e11 wird festgestellt, ob der Zählwert T_{CW} des Warnänderungs-Zeitgebers länger als eine voreingestellte Referenzwarnänderungszeit T_{BW} addiert mit einer ersten voreingestellten Additionszeit T_{AL} , z. B. 4 Sekunden, ist oder nicht. Wenn festgestellt wird, daß der Zählwert T_{CW} des Warnänderungs-Zeitgebers länger als die Summe aus der Referenzwarnänderungszeit T_{BW} und der ersten Additionszeit T_{AL} ist, dies bedeutet, daß der Wachheitslevel des Fahrers auf den niedrigsten Level absinkt, setzt die Verarbeitung mit Schritt e12 fort, wo der Warnlevel L_W auf den dritten Level gesetzt wird, und die Verarbeitung setzt mit Schritt e17 fort, was später beschrieben wird.

Wenn in Schritt e11 festgestellt wird, daß der Zählwert T_{CW} des Warnänderungs-Zeitgebers nicht länger als die Summe aus der Referenzwarnänderungszeit T_{BW} und der ersten Additionszeit T_{AL} ist, setzt die Verarbeitung mit Schritt e13 fort, wo festgestellt wird, ob der Zählwert T_{CW} des Warnänderungs-Zeitgebers länger als die Summe aus der Referenzwarnänderungszeit T_{BW} und einer voreingestellten zweiten Additionszeit T_{AS} , z. B. 3 Sekunden, ist oder nicht. Wenn festgestellt wird, daß der Zählwert T_{CW} des Warnänderungszeitgebers länger als die Summe aus der Referenzwarnänderungszeit T_{BW} und der zweiten Additionszeit T_{AS} ist, setzt die Verarbeitung mit Schritt e14 fort, wo der Warnlevel L_W auf den zweiten Level gesetzt wird.

Wenn in Schritt e13 festgestellt wird, daß der Zähl-

wert T_{CW} des Warnänderungszeitgebers nicht länger als die Summe aus der Referenzwarnänderungszeit T_{BW} und der zweiten Additionszeit T_{AS} ist, setzt die Verarbeitung mit Schritt e15 fort, wo festgestellt wird, ob der Zählwert T_{CW} des Warnänderungszeitgebers länger als die Referenzwarnänderungszeit T_{BW} ist oder nicht. Wenn festgestellt wird, daß der Zählwert T_{CW} des Warnänderungszeitgebers länger als die Referenzwarnänderungszeit T_{BW} ist, setzt die Verarbeitung mit Schritt e16 fort, wo der Warnlevel L_W auf den ersten Level gesetzt wird, und die Verarbeitung setzt mit Schritt e17 fort, der später beschrieben wird.

Wenn in Schritt e14 festgestellt wird, daß der Zählwert T_{CW} des Warnänderungszeitgebers nicht größer als die Referenzwarnänderungszeit T_{BW} ist, setzt die Verarbeitung mit Schritt e17 fort, wo der Zählwert T_{CU} des Wachheitsabnahme-Zeitgebers und der Zählwert T_{CW} des Warnänderungszeitgebers jeweils individuell auf 0 zurückgesetzt werden, und dann wird der Schritt e1 in Abhängigkeit vom nächsten Unterbrechungssignal wiederholt.

Bei den fühlbaren Warnmitteln 26 sind ein Paar von rechten und linken Seitenführungen 44 an der Sitzlehne 43 des Fahrersitzes 25 vorgesehen, die in Richtung des Pfeils verdrehbar sind, um den auf dem Sitz 25 sitzenden Fahrer von beiden Seiten in die Seite zu drücken oder die Seitenführungen 44 von der Seite des Fahrers wegzubewegen, womit die Wachheit des Fahrers durch fühlbare Anregungen verbessert wird. Die Vorrichtung ist so ausgebildet, um aktiv zu werden, wenn der Griff des Fahrers am Lenkrad 33 nicht korrekt ist, oder in Abhängigkeit vom Warnlevel L_W beim ersten Level.

Bei den visuellen Warnmitteln 28 ist eine Anzeige 45 zur Anzeige einer Warnung vor dem Einschlafen beim Fahren in die Frontscheibe 27 vor dem Fahrersitz 25 eingelassen, die transparent ist und nicht die Sicht des Fahrers behindert, wenn diese nicht angeschlossen ist. Wenn die Anzeige 45 aber mit Energie versorgt wird, wird eine Schlafwarnmarke 46, wie beispielsweise in Fig. 2 dargestellt, angeschaltet und abgeschaltet in den transparenten Zustand, um dadurch die Wachheit des Fahrers durch visuelle Anregungen zu verbessern. Die Vorrichtung ist so angepaßt, daß diese in Abhängigkeit vom Warnlevel L_W beim zweiten Level arbeitet.

Weiter lassen die hörbaren Warnmittel 29 einen Warnsummer 48, der in die Instrumententafel 47 eingebettet ist, ertönen, um die Wachheit des Fahrers durch die akustische Anregung zu verbessern. Die Vorrichtung ist so ausgelegt, daß sie anspricht, wenn der Griff des Fahrers am Lenkrad 33 nicht korrekt ist, oder in Abhängigkeit vom Warnlevel L_W beim dritten Level.

Die Mittel 34 zum Warnen bei einem unzureichenden Lenkradgriff nach der vorliegenden Ausführungsform, wie oben beschrieben, betätigen die zwei Warnmittel 26 und 29. Durch Verändern der Bewegung der Seitenführungen 44 und des Klangs des Warnsummers 48 kann der Fahrer leicht dazwischen unterscheiden, wenn das Lenkrad 33 nicht korrekt gegriffen wird, und wenn der Wachheitslevel des Fahrers abnimmt.

Die Warnsteuermittel 30 steuern die Betätigung der drei Warnmittel 26, 28 und 29 in Abhängigkeit der Warnlevel L_W , die individuell durch die Mittel 19 zur Bestimmung der Wachheit in Abhängigkeit vom Herzschlag und die Mittel 23 zur Bestimmung der Wachheit in Abhängigkeit vom Lenken bestimmt werden. Wenn ein AN-Betätigungssignal des Warnfreigabeschalters 31 durch den Fahrer eingegeben wird, wird eine Betätigung der drei Warnmittel 26, 28 und 29 in Abhängigkeit

vom Warnlevel Lw gestoppt. Wenn jedoch die Warnmittel 26 und 29 als Mittel 34 zum Warnen bei einem unzureichenden Lenkradgriff betätigt werden, wird die Betätigung dieser Vorrichtungen selbst dann nicht gestoppt, wenn der Fahrer den Warnfreigabeschalter 31 anschaltet.

Der Warnverarbeitungsablauf beim Warnen durch die Warnsteuermittel 30 wird in den Fig. 20 und 21 dargestellt. Insbesondere wird die Warnverarbeitung bei der vorliegenden Ausführungsform zu jedem Unterbrechungssignal, von z. B. 15 ms, ausgeführt. Zuerst wird in Schritt f1 festgestellt, ob der Warnlevel Lw gleich dem ersten Level ist oder nicht, und wenn der Warnlevel Lw gleich dem ersten Level ist, setzt die Verarbeitung mit Schritt f2 fort, wo festgestellt wird, ob eine Warnerzeugungsflagge FwG gesetzt ist oder nicht. Wenn in Schritt f2 festgestellt wird, daß die Warnerzeugungsflagge FwG nicht gesetzt ist, wird die Warnerzeugungsflagge FwG in Schritt f3 gesetzt, und das Aufwärtszählen des Warnänderungszeitgebers beginnt. In Schritt f4 wird festgestellt, ob der Zählwert Tcw des Warnänderungszeitgebers die erste voreingestellte Zahl T_{WL}, z. B. 10 Sekunden, überschreitet oder nicht.

Wenn in Schritt f4 festgestellt wird, daß der Zählwert Tcw des Warnänderungszeitgebers nicht mehr als die erste voreingestellte Zeit T_{WL} beträgt, setzt die Verarbeitung mit Schritt f5 fort, wo die fühlbaren Warnmittel 26 betätigt werden, um die Seitenführungen 44 an die Seiten des Fahrers anzudrücken oder von diesen zu separieren, wodurch die Wachheit des Fahrers durch fühlbare Anregung verbessert wird, und die Verarbeitung kehrt zu Schritt f1 in Abhängigkeit vom nächsten Unterbrechungssignal zurück.

Wenn in Schritt f2 festgestellt wird, daß die Warnerzeugungsflagge FwG gesetzt ist, setzt die Verarbeitung mit Schritt f4 fort, wo wieder festgestellt wird, ob der Zählwert Tcw des Warnänderungszeitgebers die erste voreingestellte Zeit T_{WL} überschreitet oder nicht.

Wenn in Schritt f4 festgestellt wird, daß der Zählwert Tcw des Warnänderungszeitgebers die erste voreingestellte Zeit T_{WL} überschreitet, dies bedeutet, daß die Wachheit des Fahrers nicht durch die alleinige Betätigung der fühlbaren Warnmittel 26 verbessert wird, setzt die Verarbeitung mit Schritt f6 fort, wo der Warnlevel Lw auf den zweiten Level gesetzt wird. In Schritt f7 wird die Warnerzeugungsflagge FwG auf 0 zurückgesetzt, und in Schritt f8 wird der Zählwert Tcw des Warnänderungszeitgebers auf 0 zurückgesetzt. Die visuellen Warnmittel 28 werden in Schritt f9 betätigt, um die Warnmarke 46 auf der Frontscheibe 27 anzuzeigen, um die Wachheit des Fahrers durch visuelle Anregung zu verbessern, und die Verarbeitung kehrt zu Schritt f1 in Abhängigkeit vom nächsten Unterbrechungssignal zurück.

Wenn in Schritt f1 festgestellt wird, daß der Warnlevel Lw nicht dem ersten Level entspricht, setzt die Verarbeitung mit Schritt f10 fort, wo festgestellt wird, ob der Warnlevel Lw dem zweiten Level entspricht oder nicht. Wenn in Schritt f10 festgestellt wird, daß der Warnlevel Lw dem zweiten Level entspricht, setzt die Verarbeitung mit Schritt f11 fort, wo festgestellt wird, ob die Warnerzeugungsflagge FwG gesetzt ist oder nicht. Wenn in Schritt f11 festgestellt wird, daß die Warnerzeugungsflagge FwG nicht gesetzt ist, wird in Schritt f12 die Warnerzeugungsflagge FwG gesetzt und der Warnänderungszeitgeber beginnt mit dem Aufwärtszählen. In Schritt f13 wird festgestellt, ob der Zählwert Tcw des Warnänderungszeitgebers die erste vor-

eingestellte Zeit T_{WL} überschreitet oder nicht.

Wenn in Schritt f13 festgestellt wird, daß der Zählwert Tcw des Warnänderungszeitgebers nicht größer als die erste voreingestellte Zeit T_{WL} ist, setzt die Verarbeitung mit Schritt f9 fort, wo die visuellen Warnmittel 28 betätigt werden, um die Warnmarke 26 auf der Frontscheibe 27 anzuzeigen, um die Wachheit des Fahrers zu verbessern. Wenn in Schritt f11 festgestellt wird, daß die Warnerzeugungsflagge FwG gesetzt ist, setzt die Verarbeitung mit Schritt f13 fort, wo wieder festgestellt wird, ob der Zählwert Tcw des Warnänderungszeitgebers die erste voreingestellte Zeit T_{WL} überschreitet oder nicht.

Wenn in Schritt f13 festgestellt wird, daß der Zählwert Tcw des Warnänderungszeitgebers die erste voreingestellte Zeit T_{WL} überschreitet, dies bedeutet, daß die Wachheit des Fahrers nicht durch die alleinige Betätigung der visuellen Warnmittel 28 verbessert wird, setzt die Verarbeitung mit Schritt f14 fort, wo der Warnlevel Lw gleich dem dritten Level gesetzt wird. In Schritt f15 wird die Warnerzeugungsflagge FwG zurückgesetzt, und in Schritt f16 wird der Zählwert Tcw des Warnänderungszeitgebers auf 0 zurückgesetzt. Die hörbaren Warnmittel 29 werden in Schritt f17 betätigt, um den Warnsummer 28 erklingen zu lassen, um die Wachheit des Fahrers durch die hörbare Anregung zu verbessern, und dann kehrt die Verarbeitung zu Schritt f1 in Abhängigkeit vom nächsten Unterbrechungssignal zurück.

Wenn in Schritt f10 festgestellt wird, daß der Warnlevel Lw nicht dem zweiten Level entspricht, setzt die Verarbeitung mit Schritt f18 fort, wo festgestellt wird, ob der Warnlevel Lw dem dritten Level entspricht oder nicht. Wenn in Schritt f18 festgestellt wird, daß der Warnlevel Lw dem dritten Level entspricht, setzt die Verarbeitung mit Schritt f19 fort, wo festgestellt wird, ob die Warnerzeugungsflagge FwG gesetzt ist oder nicht. Wenn in Schritt f19 festgestellt wird, daß die Warnerzeugungsflagge FwG gesetzt ist, setzt die Verarbeitung mit Schritt f17 fort, wo die hörbaren Warnmittel 29 betätigt werden, um den Warnsummer 28 erklingen zu lassen, um die Wachheit des Fahrers zu verbessern. Wenn weiter in Schritt f19 festgestellt wird, daß die Warnerzeugungsflagge FwG nicht gesetzt ist, setzt die Verarbeitung mit Schritt f20 fort, wo die Warnerzeugungsflagge FwG gesetzt wird. In Schritt f21 beginnt das Aufwärtszählen des Warnänderungszeitgebers, und dann setzt die Verarbeitung mit Schritt f17 fort.

Wenn andererseits in Schritt f18 festgestellt wird, daß der Warnlevel Lw nicht dem dritten Level entspricht, setzt die Verarbeitung mit Schritt f22 fort, wo festgestellt wird, ob die Übergangszustandsflagge Fst gesetzt ist oder nicht. Wenn festgestellt wird, daß die Übergangszustandsflagge Fst gesetzt ist, wird in Schritt f23 die Betätigung der drei Warnmittel 26, 28 und 29 gestoppt, und die Übergangszustandsflagge Fst wird in Schritt f24 zurückgesetzt. Wenn in Schritt f22 festgestellt wird, daß die Übergangszustandsflagge Fst nicht gesetzt ist, kehrt die Verarbeitung zu Schritt f1 in Abhängigkeit vom nächsten Unterbrechungssignal zurück.

Eine Verarbeitungseinheit 35 zum Warnen bei einem unzureichenden Lenkradgriff, die in den Warnsteuermitteln 30 enthalten ist, schätzt den Griff des Fahrers am Lenkrad 33 in Abhängigkeit der Eingabenormalflagge F_{NI} ab, die durch die Herzschlag-Verarbeitungsmittel 13, 14 und 17 gesetzt wird, und steuert die Betätigung der Mittel 34 zum Warnen bei einem unzureichenden Lenkradgriff. Wenn ein Zustand, bei dem die Eingaben-

ormalflagge F_{NI} nicht gesetzt ist, für eine vorbestimmte Zeit anhält, steuern die Mittel 34 zum Warnen bei einem unzureichenden Lenkradgriff zuerst die fühlbaren Warnmittel 26, um den Fahrer zu alarmieren, und, wenn dies nicht erfolgreich ist, betätigen die Mittel 34 zum Warnen bei einem unzureichenden Lenkradgriff weiter die hörbaren Warnmittel 29.

Der Verarbeitungsablauf der Verarbeitungseinheit 35 zum Warnen bei einem unzureichenden Lenkradgriff nach der vorliegenden Ausführungsform in Abhängigkeit von Information der Herzschlag-Verarbeitungsmittel 17 ist in Fig. 22 dargestellt. Insbesondere erfolgt die Verarbeitung durch die Verarbeitungseinheit 35 zum Warnen bei einem unzureichenden Lenkradgriff bei der vorliegenden Ausführungsform zu jedem Unterbrechungssignal, z. B. alle 15 ms. Zuerst wird in Schritt g1 festgestellt, ob die Eingabenormalflagge F_{NI} durch die Herzschlag-Verarbeitungsmittel 13, 14 und 17 gesetzt ist oder nicht, und wenn die Eingabenormalflagge F_{NI} nicht gesetzt ist, dies bedeutet, daß der Griff des Fahrers am Lenkrad 33 inkorrekt sein kann, setzt die Verarbeitung mit Schritt g2 fort, wo festgestellt wird, ob der Zählwert T_{CI} des integrierenden Eingabefehlerzeitgebers nicht kleiner als eine voreingestellte Zeit T_{RI} ist oder nicht.

Wenn in Schritt g2 festgestellt wird, daß der Zählwert T_{CI} des integrierenden Eingabefehlerzeitgebers nicht kleiner als die voreingestellte Zeit T_{RI} ist, wird in Schritt g3 festgestellt, ob das Aufwärtszählen eines Grifffehlerwarnvorbereitungs-Zeitgebers begonnen hat oder nicht. Wenn festgestellt wird, daß das Aufwärtszählen des Grifffehlerwarnvorbereitungs-Zeitgebers nicht begonnen hat, wird in Schritt g4 das Aufwärtszählen des Grifffehlerwarnvorbereitungs-Zeitgebers begonnen. In Schritt g5 wird festgestellt, ob der Zählwert T_{CS} des Grifffehlerwarnvorbereitungs-Zeitgebers eine voreingestellte Zeit T_{RS} , z. B. 2 Sekunden, überschreitet oder nicht. Wenn weiter in Schritt g3 festgestellt wird, daß das Aufwärtszählen des Grifffehlerwarnvorbereitungs-Zeitgebers begonnen hat, setzt die Verarbeitung mit Schritt g5 fort, wo festgestellt wird, ob der Zählwert T_{CS} des Grifffehlerwarnvorbereitungs-Zeitgebers eine voreingestellte Zeit T_{RS} überschreitet oder nicht.

Wenn in Schritt g5 festgestellt wird, daß der Zählwert T_{CS} des Grifffehlerwarnvorbereitungs-Zeitgebers die voreingestellte Zeit T_{RS} überschreitet, setzt die Verarbeitung mit Schritt g6 fort, wo festgestellt wird, ob das Aufwärtszählen eines Griff-Fehler-Warnänderungszeitgebers begonnen hat oder nicht. Wenn festgestellt wird, daß das Aufwärtszählen des Griff-Fehler-Warnänderungszeitgebers nicht begonnen hat, setzt die Verarbeitung mit Schritt g7 fort, wo das Aufwärtszählen des Griff-Fehler-Warnänderungszeitgebers begonnen wird, und in Schritt g8 wird festgestellt, ob der Zählwert T_{CH} des Griff-Fehler-Warnänderungszeitgebers eine voreingestellte Zeit T_{RH} , z. B. 3 Sekunden, überschreitet oder nicht. Wenn weiter in Schritt g6 festgestellt wird, daß der Griff-Fehler-Warnänderungszeitgeber mit dem Aufwärtszählen begonnen hat, setzt die Verarbeitung mit Schritt g8 fort, wo festgestellt wird, ob der Zählwert T_{CH} des Griff-Fehler-Warnänderungszeitgebers die voreingestellte Zeit T_{RH} überschreitet oder nicht.

Wenn in Schritt g8 festgestellt wird, daß der Zählwert T_{CH} des Griff-Fehler-Warnänderungszeitgebers nicht größer als die voreingestellte Zeit T_{RH} ist, dies bedeutet, daß die Zeitdauer des Zustands, bei dem der Griff des Lenkrads 33 unkorrekt ist, kurz ist, setzt die Verarbeitung mit Schritt g9 fort, wo die fühlbaren Warnmittel 26

betätigt werden, um die Seitenführungen 44 zu den Seiten des Fahrers zusammenzupressen oder auseinander zu bewegen, um die Aufmerksamkeit des Fahrers auf sich zu ziehen, damit dieser das Lenkrad 33 korrekt greift, und die Verarbeitung kehrt zu Schritt g1 in Abhängigkeit vom nächsten Unterbrechungssignal zurück.

Wenn in Schritt g8 festgestellt wird, daß der Zählwert T_{CH} des Griff-Fehler-Warnänderungszeitgebers die voreingestellte Zeit T_{RH} überschreitet, dies bedeutet, daß die Aufmerksamkeit des Fahrers nicht durch alleinige Betätigung der fühlbaren Warnmittel 26 auf sich gezogen werden kann, setzt die Verarbeitung mit Schritt g10 fort, wo die hörbaren Warnmittel 28 betätigt werden, um den Warnsummer erklingen zu lassen, während die Seitenführungen 44 zu den Seiten des Fahrers zusammengepreßt oder auseinanderbewegt werden, um die Aufmerksamkeit des Fahrers durch beide, die fühlbare und die hörbare Warnung, darauf zu richten, das Lenkrad 33 korrekt zu fassen, und die Verarbeitung kehrt zu Schritt g1 in Abhängigkeit vom nächsten Unterbrechungssignal zurück.

Wenn in Schritt g5 festgestellt wird, daß der Zählwert T_{CS} des Grifffehlerwarnvorbereitungs-Zeitgebers nicht größer als die voreingestellte Zeit T_{RS} ist, kehrt die Verarbeitung zu Schritt g1 in Abhängigkeit vom nächsten Unterbrechungssignal zurück. Wenn in Schritt g1 festgestellt wird, daß die Eingabenormalflagge F_{NI} gesetzt ist, dies bedeutet, daß der Fahrer das Lenkrad 33 korrekt greift, oder in Schritt g2 festgestellt wird, daß der Zählwert T_{CI} des integrierenden Eingabefehlerzeitgebers geringer als die voreingestellte Zeit T_{RI} ist, setzt die Verarbeitung mit Schritt g11 fort, wo der Zählwert T_{CS} des Grifffehlerwarnvorbereitungs-Zeitgebers auf 0 zurückgesetzt und eine Betätigung der Mittel 34 zum Warnen bei einem unzureichenden Lenkradgriff gestoppt wird. Die Verarbeitung kehrt dann zu Schritt g1 in Abhängigkeit vom nächsten Unterbrechungssignal zurück.

Der Verarbeitungsablauf der Verarbeitungseinheit 35 zum Warnen bei einem unzureichenden Lenkradgriff in Abhängigkeit von Information der Herzschlag-Verarbeitungsmittel 17 entsprechend dem Potential-Herschlagsensor 16 wurde oben unter Bezugnahme auf Fig. 22 beschrieben. Eine gleiche Warnverarbeitung kann bei der Verarbeitungseinheit 35 zum Warnen bei einem unzureichenden Lenkradgriff in Abhängigkeit von Information der Herzschlag-Verarbeitungsmittel 13 und 14 entsprechend den Infrarot-Herschlagsensoren 11 und 12 ausgeführt werden.

Die Referenzwert-Korrektureinheit 32 bestimmt in Abhängigkeit von einer Zeit von einer Betätigung der Warnmittel 26, 28 und 29 zu der Betätigung des Warnfreigabeschalters 31 durch den Fahrer, daß die Wachheit des Fahrers relativ hoch ist, wenn die Zeit kurz ist, und korrigiert die Referenz-Herzschlagfrequenz R_{HB} und die Referenzwarnänderungszeit T_{BW} zu höheren Werten. Wenn andererseits die Zeit von einer Betätigung der Warnmittel 26, 28 und 29 bis zu einer Betätigung des Warnfreigabeschalters 31 durch den Fahrer lang ist, wird festgestellt, daß die Wachheit des Fahrers geringer als erwartet ist, und die Einheit 32 korrigiert die Referenz-Herzschlagfrequenz R_{HB} und die Referenzwarnänderungszeit T_{BW} zu niedrigeren Werten, so daß die Warnmittel 26, 28 und 29 früher betätigt werden, und die korrigierte Referenz-Herzschlagfrequenz R_{HB} und die korrigierte Referenzwarnänderungszeit T_{BW} werden jeweils an die Mittel 19 zur Bestimmung der Wachheit in Abhängigkeit vom Herzschlag und die Mit-

tel 23 zur Bestimmung der Wachheit in Abhängigkeit vom Lenken ausgegeben.

Der Verarbeitungsfluß der Referenzwert-Korrektur-einheit 32 nach der vorliegenden Ausführungsform ist in Fig. 23 dargestellt. Die Verarbeitung in der Referenzwert-Korrektur-einheit 32 bei der vorliegenden Ausführungsform beginnt beim Drehen des Warnfreigabeschalter 31. Zuerst wird in Schritt h1 die Übergangszustandsflagge F_{ST} gesetzt, und in Schritt h2 wird festgestellt, ob der Zählwert T_{CW} des Warnänderungszeitgebers eine zweite voreingestellte Zeit T_{WM}, z. B. 6 Sekunden, überschreitet oder nicht.

Wenn in Schritt h2 festgestellt wird, daß der Zählwert T_{CW} des Warnänderungszeitgebers die zweite voreingestellte Zeit T_{WM} überschreitet, dies bedeutet, daß die Reaktion des Fahrers nicht sehr schnell ist, setzt die Verarbeitung mit Schritt h3 fort, wo festgestellt wird, ob die vorliegende Warnung eine Folge einer Information von den Mitteln 23 zum Bestimmen der Wachheit in Abhängigkeit vom Lenken ist oder nicht. Wenn festgestellt wird, daß die Warnung aufgrund einer Information von den Mitteln 23 zur Bestimmung der Wachheit in Abhängigkeit vom Lenken erfolgt, setzt die Verarbeitung mit Schritt h4 fort, wo die Referenzwarnänderungszeit T_{AW} auf einen 1 Sekunde geringeren Wert zurückgesetzt wird, so daß die Warnmittel 26, 28 und 29 früher betätigt werden als zuvor. Weiter wird der Zählwert T_{CW} des Warnänderungszeitgebers in Schritt h5 auf 0 zurückgesetzt, und dann kehrt die Verarbeitung zu Schritt h1 in Abhängigkeit vom nächsten Unterbrechungssignal zurück. Wenn in Schritt h3 festgestellt wird, daß die aktuelle Warnung nicht aufgrund einer Information von den Mitteln 23 zur Bestimmung der Wachheit in Abhängigkeit vom Lenken erfolgt, dies bedeutet, daß die Warnung aufgrund einer Information von den Mitteln 19 zur Bestimmung der Wachheit in Abhängigkeit vom Herzschlag erfolgt, setzt die Verarbeitung mit Schritt h6 fort, wo die Referenz-Herzschlagfrequenz R_{HB} auf einen um 1 kleineren Wert zurückgesetzt wird, so daß die Warnmittel 26, 28 und 29 früher ansprechen, und der Zählwert T_{CW} des Warnänderungszeitgebers wird auf 0 zurückgesetzt.

Wenn andererseits in Schritt h2 festgestellt wird, daß der Zählwert T_{CW} des Warnänderungszeitgebers nicht größer als die zweite voreingestellte Zeit T_{WM} ist, setzt die Verarbeitung mit Schritt h7 fort, wo festgestellt wird, ob der Zählwert T_{CW} des Warnänderungszeitgebers kürzer als eine dritte voreingestellte Zeit T_{WS}, z. B. 2 Sekunden, ist oder nicht. Wenn festgestellt wird, daß der Zählwert T_{CW} des Warnänderungszeitgebers kürzer als die dritte voreingestellte Zeit T_{WS} ist, dies bedeutet, daß eine Reaktion des Fahrers sehr schnell ist, setzt die Verarbeitung mit Schritt h8 fort, wo festgestellt wird, ob die aktuelle Warnung eine Folge einer Information der Mittel 23 zur Bestimmung der Wachheit in Abhängigkeit vom Lenken ist oder nicht. Wenn in Schritt h8 festgestellt wird, daß die aktuelle Warnung aufgrund einer Information der Mittel 23 zur Bestimmung der Wachheit in Abhängigkeit vom Lenken erfolgt, setzt die Verarbeitung mit Schritt h9 fort, wo die Referenzwarnänderungszeit T_{AW} auf einen um 1 Sekunde größeren Wert gesetzt wird, so daß die Warnmittel 26, 28 und 29 später ansprechen, und die Verarbeitung setzt mit Schritt h5 fort. Wenn in Schritt h8 festgestellt wird, daß die aktuelle Warnung nicht auf einer Information der Mittel 23 zur Bestimmung der Wachheit in Abhängigkeit vom Lenken erfolgt, dies bedeutet, daß die Warnung aufgrund einer Information der Mittel 19

zur Bestimmung der Wachheit in Abhängigkeit vom Herzschlag erfolgt, setzt die Verarbeitung mit Schritt h10 fort, wo die Referenz-Herzschlagfrequenz R_{HB} auf einen um 1 größeren Wert gesetzt wird, so daß die Warnmittel 26, 28 und 29 später ansprechen, und die Verarbeitung setzt mit Schritt h5 fort.

Wenn in Schritt h7 festgestellt wird, daß der Zählwert T_{CW} des Warnänderungszeitgebers nicht kleiner als die dritte voreingestellte Zeit T_{WS} ist, bleiben die aktuelle Referenz-Herzschlagrate R_{HB} und die Referenzwarnänderungszeit T_{AW} ungeändert, und die Verarbeitung setzt mit Schritt h5 fort, wo der Zählwert T_{CW} des Warnänderungszeitgebers auf 0 zurückgesetzt wird.

Wie oben beschrieben, weist die obige Ausführungsform zwei Typen von Herzschlagsensoren 11, 12 und 16 im Lenkrad 33 auf, aber die vorliegende Erfindung ist nicht auf diese Ausführungsform beschränkt, und jeder Typ von Mitteln, die akkurat die Herzschlagfrequenzdaten des Fahrers bestimmen, kann verwendet werden. Weiter weist die vorliegenden Ausführungsform 3 Typen von Warnmittel 26, 28 und 29 auf, und es können aber auch zumindest 2 Typen von Warnmittel verwendet werden. Diese Warnmittel können auch von anderer Art als die hier beschriebenen sein.

Wie oben im Detail beschrieben, wird mit der Vorrichtung und dem Verfahren zur Verbesserung der Wachheit des Fahrers eines Fahrzeugs nach der vorliegenden Erfindung, da die Wachheit des Fahrers zeitlich variiert, eine Bestimmung der Wachheit des Fahrers in Abhängigkeit von Herzschlagfrequenzdaten und eine Bestimmung der Wachheit des Fahrers in Abhängigkeit von Lenkwinkeldaten in Verbindung gebracht, und eine genaue geschlossene Bestimmung der Wachheit des Fahrers ist möglich, sogar nach einem Signal des Abnehmens der Wachheit des Fahrers, wobei eine angepaßte Warnung in Abhängigkeit vom Wachheitslevel des Fahrers vorgesehen ist. Als Folge kann eine Warnung in Abhängigkeit des Wachheitslevels des Fahrers ausgegeben werden, ohne durch individuelle Unterschiede zwischen Fahrern beeinflusst zu werden, wodurch die Sicherheit der Vorrichtung verbessert wird.

Patentansprüche

1. Vorrichtung mit:

Herzschlagsensormitteln zum Detektieren der Herzschlag-Puls-Information eines Fahrers, Herzschlagwachheitsbestimmungsmitteln zur Bestimmung eines Levels der Wachheit des Fahrers von der Herzschlagpulsinformationsdetektion durch den genannten Herzschlagsensor, Lenkwinkelsensormitteln zur Detektion eines Lenkwinkels eines Fahrzeugs, Lenkwachheitsbestimmungsmitteln zur Bestimmung der Wachheit des Fahrers in Abhängigkeit von dem Lenkwinkel, und Warnsteuermitteln zur Aktivierung von Warnmitteln in Abhängigkeit vom Level der Wachheit des Fahrers, der durch die genannten Herzschlagwachheitsbestimmungsmittel und die genannten Lenkwachheitsbestimmungsmittel bestimmt wird.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, mit Herzschlag-Verarbeitungsmitteln zur Bestimmung einer Herzschlagfrequenz von der Herzschlagpulsinformation, Herzschlagreferenz-Verarbeitungsmitteln zum Bestimmen einer Referenzherzschlagfrequenz des Fahrers von der Herzschlagfrequenz, wobei die genannten Wachheitsbestimmungsmittel

die Referenz-Herzschlagfrequenz mit der Herzschlagfrequenz vergleichen, um den Level der Wachheit des Fahrers zu bestimmen, und Lenkwinkeldaten-Verarbeitungsmitteln zur Bestimmung eines Lenkkomponentenparameters aus dem Lenkwinkel, wobei die genannten Lenkwachheitsbestimmungsmittel den Lenkkomponentenparameter mit einem voreingestellten Referenzparameter vergleichen, um den Level der Wachheit des Fahrers zu bestimmen.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die genannten Warnsteuermittel eine Vielzahl von Warnmitteln zur Ausgabe von Warnungen umfassen, wobei die Warnmittel schrittweise in Abhängigkeit vom Level der Wachheit des Fahrers, der durch die genannten Herzschlagwachheitsbestimmungsmittel und die genannten Lenkwachheitsbestimmungsmittel bestimmt wird, steuerbar ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die genannten Warnmittel fühlbare Warnmittel zur Verbesserung des Wachheitslevels des Fahrers durch fühlbare Anregung, visuelle Warnmittel zur Verbesserung des Wachheitslevels des Fahrers durch visuelle Anregung und hörbare Warnmittel zur Verbesserung des Wachheitslevels des Fahrers durch hörbare Anregung umfassen.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, wobei die genannten Warnsteuermittel die fühlbaren Warnmittel betätigen, wenn der Wachheitslevel des Fahrers in einem ersten Bereich liegt, die visuellen Warnmittel betätigen, wenn der Wachheitslevel des Fahrers in einem zweiten Bereich liegt, der niedriger als der erste Bereich ist, und die hörbaren Warnmittel betätigen, wenn der Wachheitslevel des Fahrers in einem dritten Bereich liegt, der niedriger als der zweite Bereich ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 4, wobei die genannten fühlbaren Warnmittel bewegliche Seitenführungen einer Rückenlehne bewegen, die genannten visuellen Warnmittel eine durchsichtige Anzeige auf der Frontscheibe anzeigen und die genannten hörbaren Warnmittel einen Summer erklingen lassen.

7. Vorrichtung nach Anspruch 2, wobei die genannten Lenkwinkeldaten-Verarbeitungsmittel eine Frequenzverteilung der Lenkwinkelsignale in Abhängigkeit vom Ausgang des Lenkwinkelsensors bestimmen und ein vorbestimmtes Frequenzband extrahieren, um einen Lenkcharakteristikparameter des Fahrers zu bestimmen.

8. Vorrichtung nach Anspruch 2, wobei die genannten Warnsteuermittel eine Verarbeitungseinheit zur Erfassung eines fehlerhaften Griffes am Lenkrad aufweisen, um in Abhängigkeit von der Herzschlagfrequenz zu bestimmen, ob der Fahrer das Lenkrad korrekt greift.

9. Vorrichtung nach Anspruch 1, mit einem Warnfreigabeschalter zum Beenden einer Aktivierung der genannten Warnmittel.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8, wobei die Verarbeitungseinheit zur Erfassung eines fehlerhaften Griffes am Lenkrad die genannten Warnmittel in Abhängigkeit von einem Lenkrad-Grifffehler aktiviert, und daß die Warnung fortgesetzt aktiviert bleibt, sogar wenn der Warnfreigabeschalter gesetzt wird.

11. Vorrichtung mit einer Vielzahl von Warnmitteln

zur Stimulierung wenigstens zweier Sinne von Tast-, Seh-, Hör- und Geruchssinn zur Verbesserung eines Wachheitslevels eines Fahrers, Wachheitsbestimmungsmitteln zur Bestimmung des Wachheitslevels des Fahrers und Warnsteuermitteln zur schrittweisen Steuerung der Betätigung der genannten Vielzahl von Warnmitteln in Abhängigkeit vom Wachheitslevel des Fahrers, der durch die genannten Wachheitsbestimmungsmittel bestimmt wird.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, wobei die genannten Warnmittel fühlbare Warnmittel zur Verbesserung des Wachheitslevels des Fahrers durch fühlbare Anregung, visuelle Warnmittel zur Verbesserung des Wachheitslevels des Fahrers durch visuelle Anregung und hörbare Warnmittel zur Verbesserung des Wachheitslevels des Fahrers durch hörbare Anregung umfassen, wobei die genannten Warnsteuermittel die genannten fühlbaren Warnmittel, wenn der Wachheitslevel des Fahrers in einem ersten Bereich liegt, die genannten visuellen Warnmittel, wenn der Wachheitslevel des Fahrers in einem zweiten Bereich liegt, der niedriger als der erste Bereich ist, und die genannten hörbaren Warnmittel ansteuern, wenn der Wachheitslevel des Fahrers in einem dritten Bereich liegt, der niedriger als der zweite Bereich ist.

13. Verfahren mit folgenden Schritten:

Bestimmen eines Wachheitslevels eines Fahrers von Herzschlagpulsinformation;

Bestimmen des Wachheitslevels des Fahrers in Abhängigkeit von Lenkwinkelinformation;

Steuern von wenigstens zwei Warneinrichtungen in Abhängigkeit vom Wachheitslevel des Fahrers, der aus der Herzschlagpulsinformation und der Lenkwinkelinformation bestimmt wird.

14. Verfahren zum Steuern eines Fahrzeugs mit einer Vielzahl von Warnmitteln zur Stimulierung wenigstens zweier Sinne von Tast-, Seh-, Hör- und Geruchssinn zur Verbesserung eines Wachheitslevels eines Fahrers, mit folgenden Schritten:

a) Bestimmen des Wachheitslevels des Fahrers, und

b) Steuern von wenigstens zwei Warneinrichtungen in Abhängigkeit vom Wachheitslevel des Fahrers, der in Schritt (a) bestimmt wird.

15. Vorrichtung mit:

Herzschlagverarbeitungsmitteln zur Bestimmung eines Wachheitslevels eines Fahrers von Herzschlaginformation;

Lenkverarbeitungsmitteln zur Bestimmung des Wachheitslevels des Fahrers von Lenkinformation; und

Warnmitteln zur Aktivierung einer auf dem Wachheitslevel des Fahrers basierenden Warnung.

16. Verfahren mit den folgenden Schritten:

a) Bestimmen eines Wachheitslevels eines Fahrers von Herzschlaginformation;

b) Bestimmen des Wachheitslevels des Fahrers von Lenkinformation; und

c) Aktivieren einer auf dem Wachheitslevel des Fahrers basierenden Warnung.

17. Vorrichtung mit:

wenigstens zwei Warnmitteln zur Steigerung eines Wachheitslevels eines Fahrers eines Fahrzeugs;

Wachheitsbestimmungsmitteln zur Bestimmung des Wachheitslevels des Fahrers; und

Steuermitteln zur Aktivierung von wenigstens zwei

Warnmitteln in Abhängigkeit vom Wachheitslevel, der durch die genannten Wachheitsbestimmungsmittel bestimmt wird.

18. Verfahren mit folgenden Schritten:

- a) Bestimmen eines Wachheitslevels eines Fahrers eines Fahrzeugs; sind 5
- b) Aktivieren von wenigstens zwei Warneinrichtungen in Abhängigkeit vom Wachheitslevel, der in Schritt (a) bestimmt wird, um den Wachheitslevel des Fahrers zu steigern. 10

Hierzu 23 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

FIG. 1

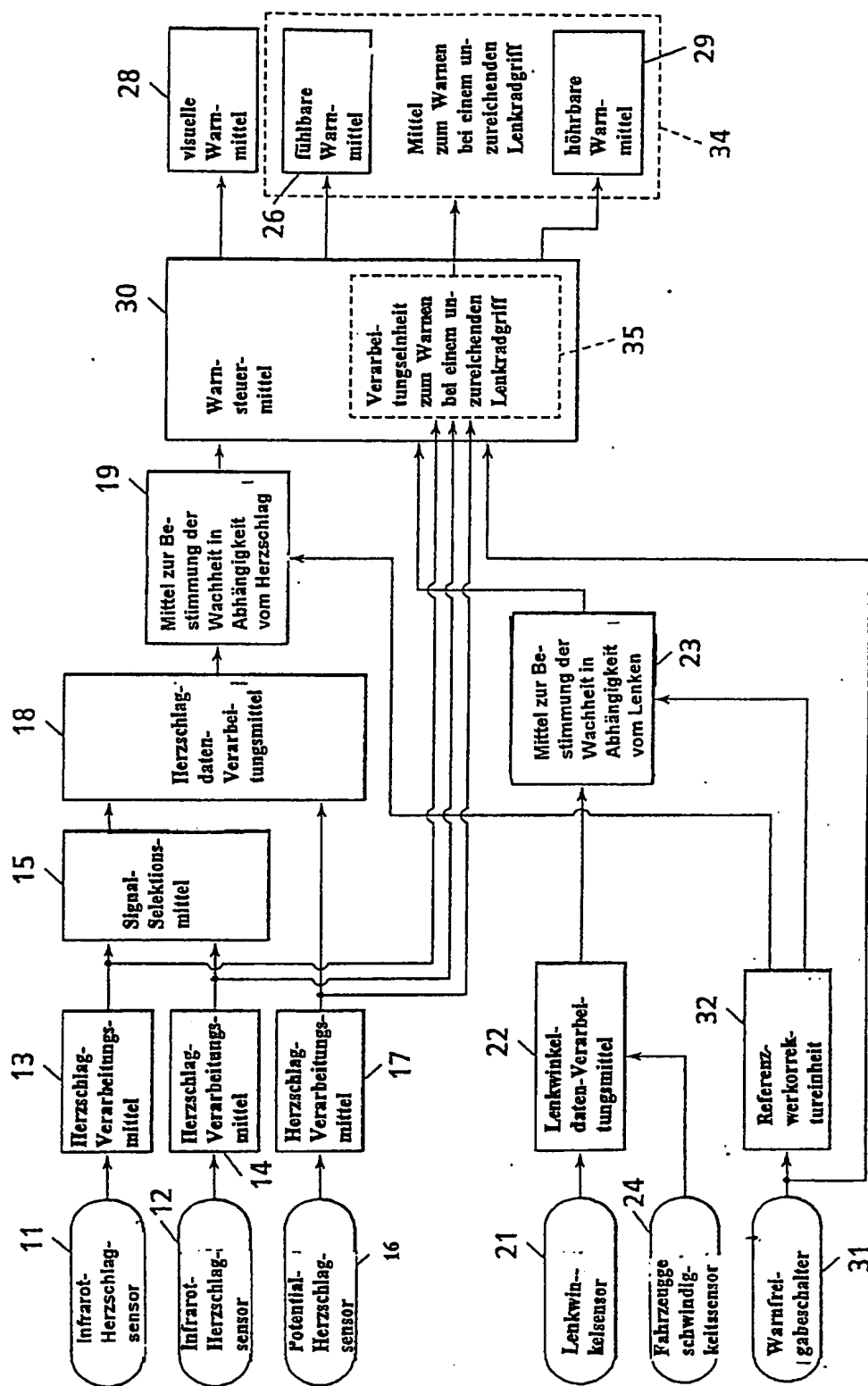


FIG. 2

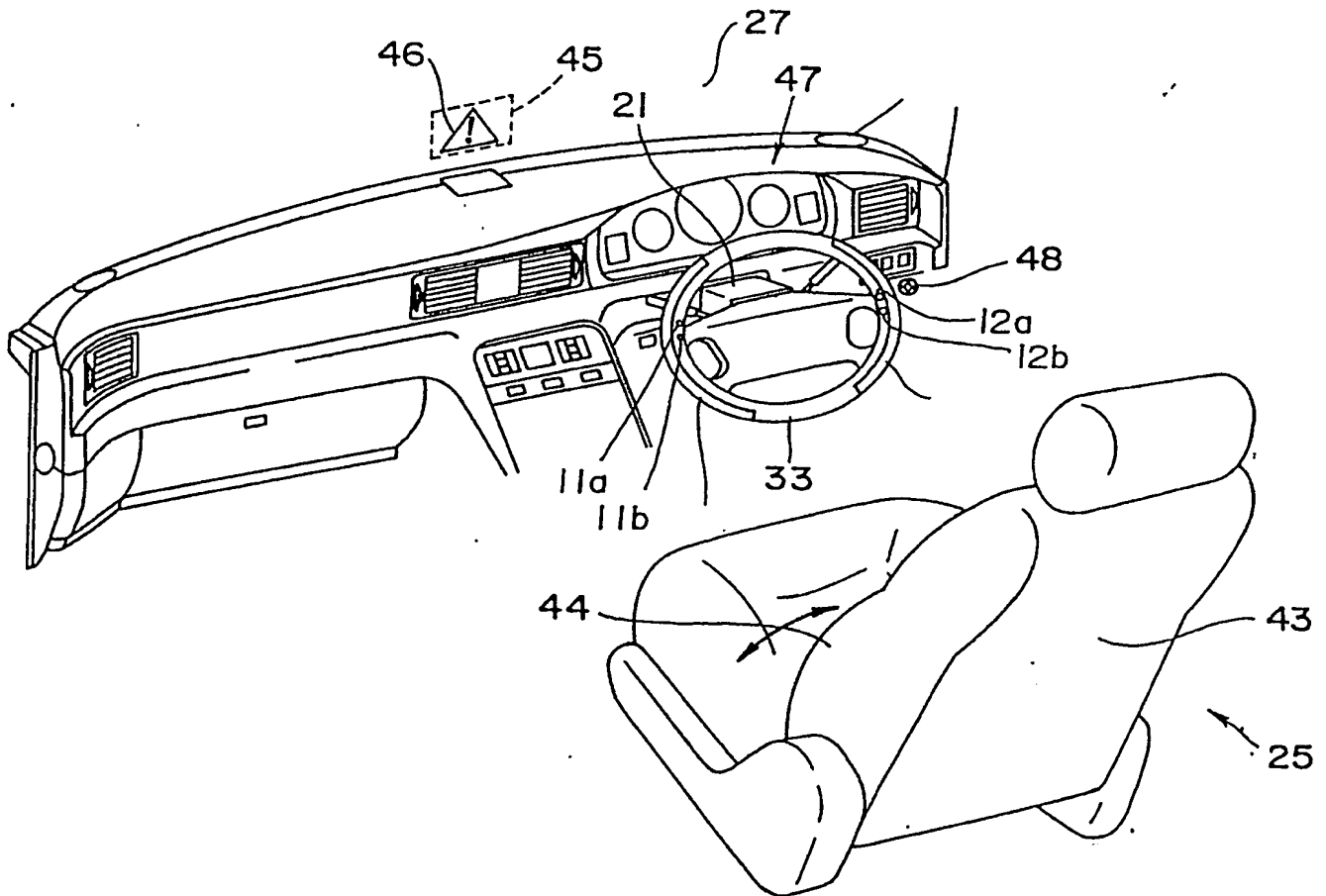


FIG. 3

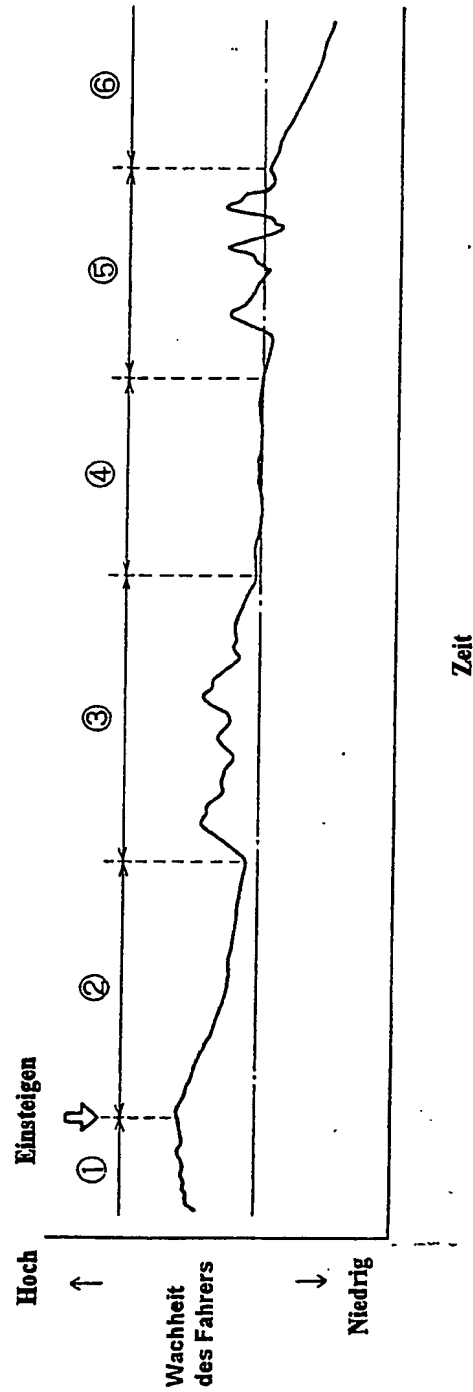


FIG. 4

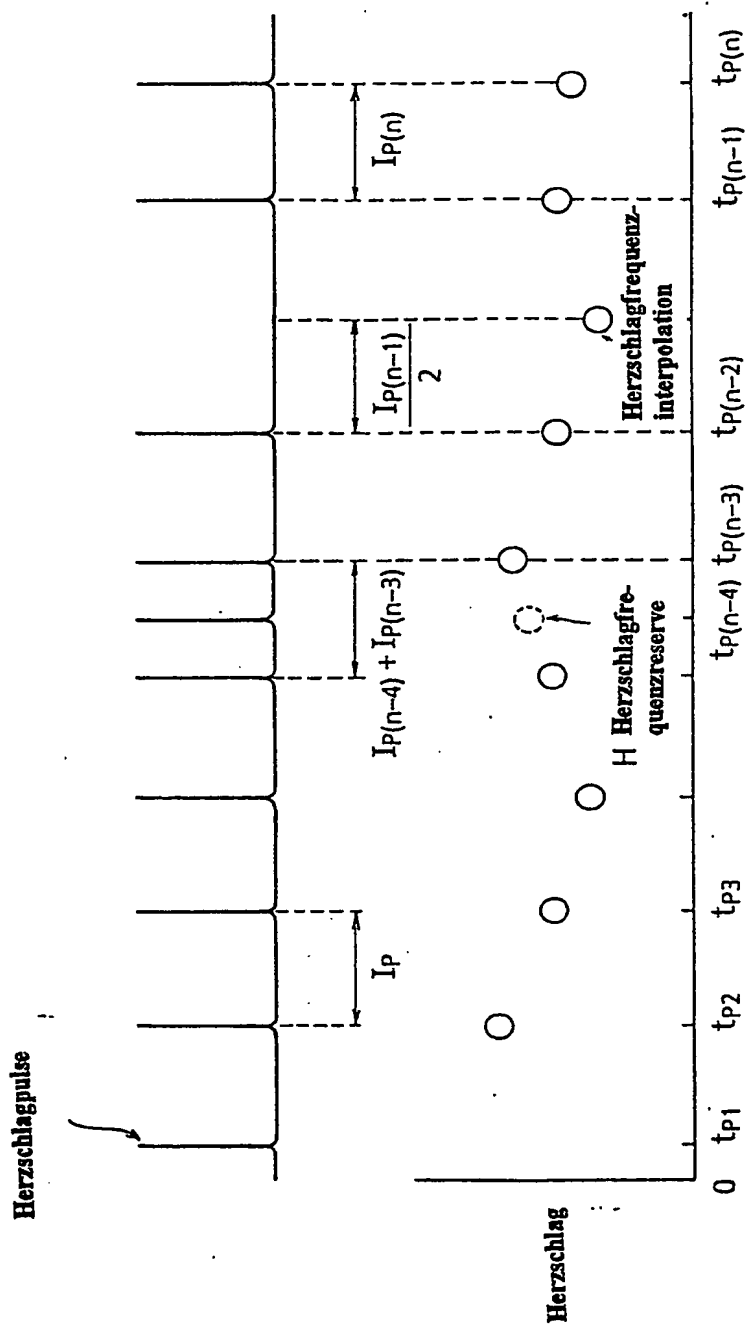
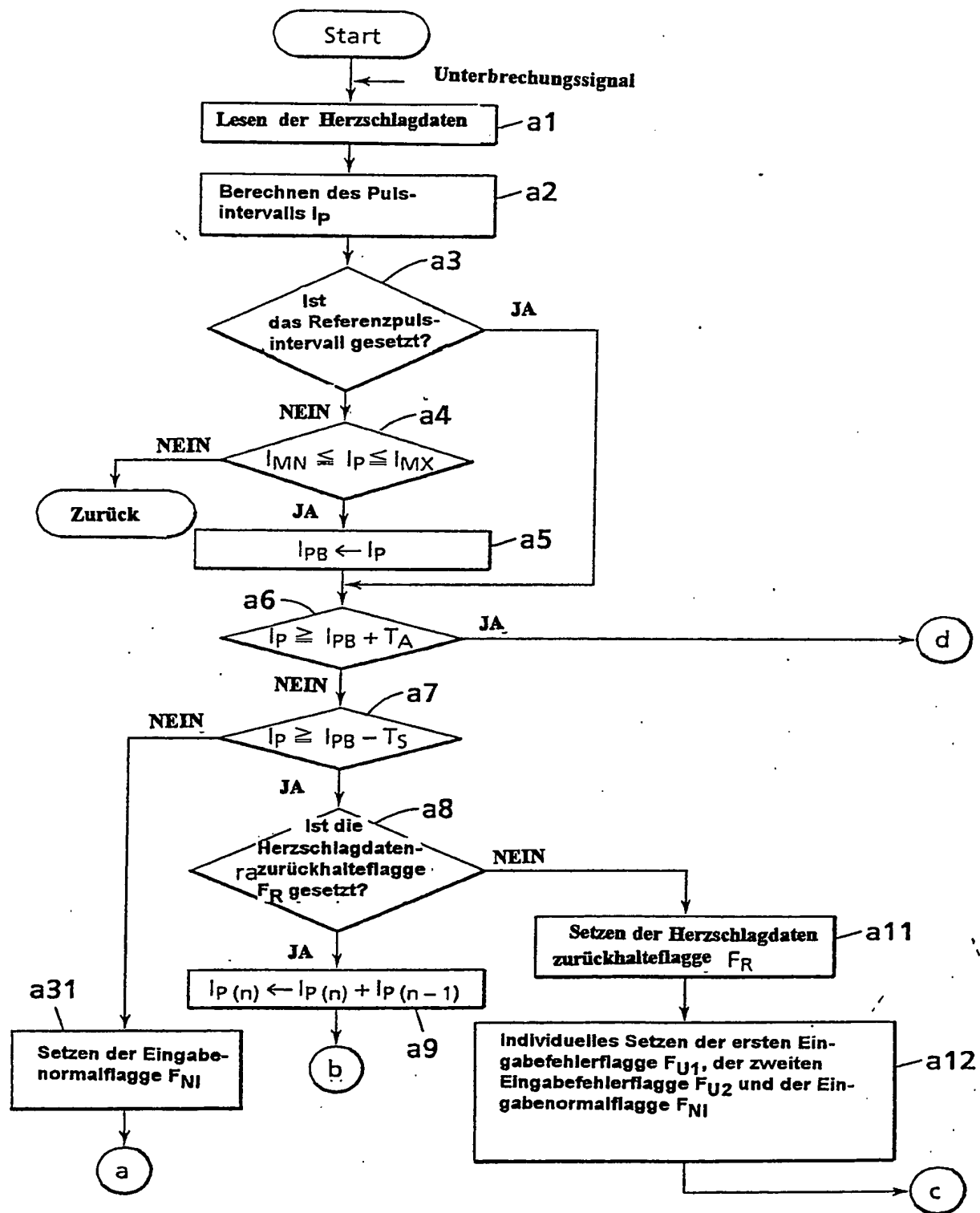


FIG. 5



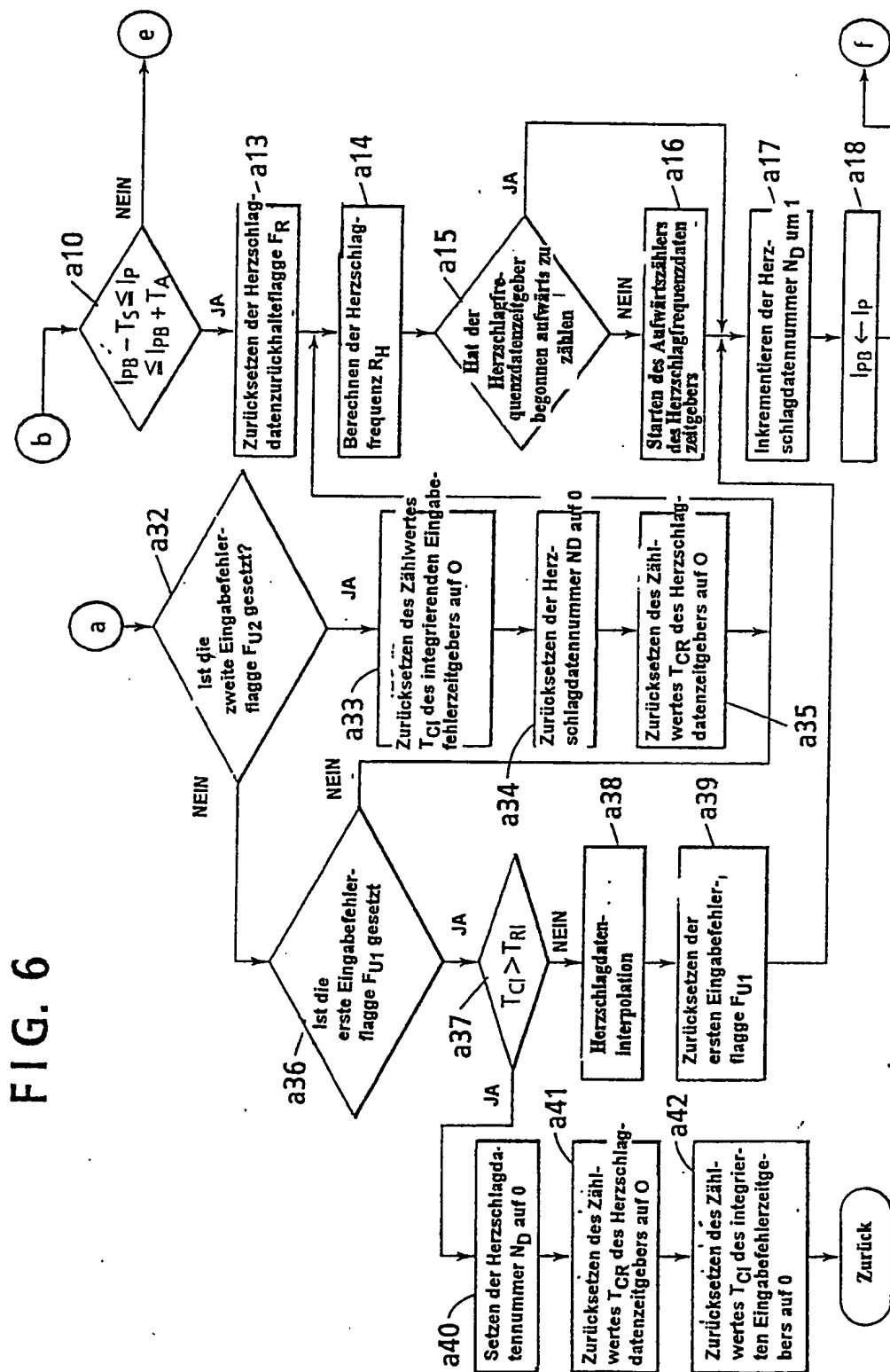


FIG. 7

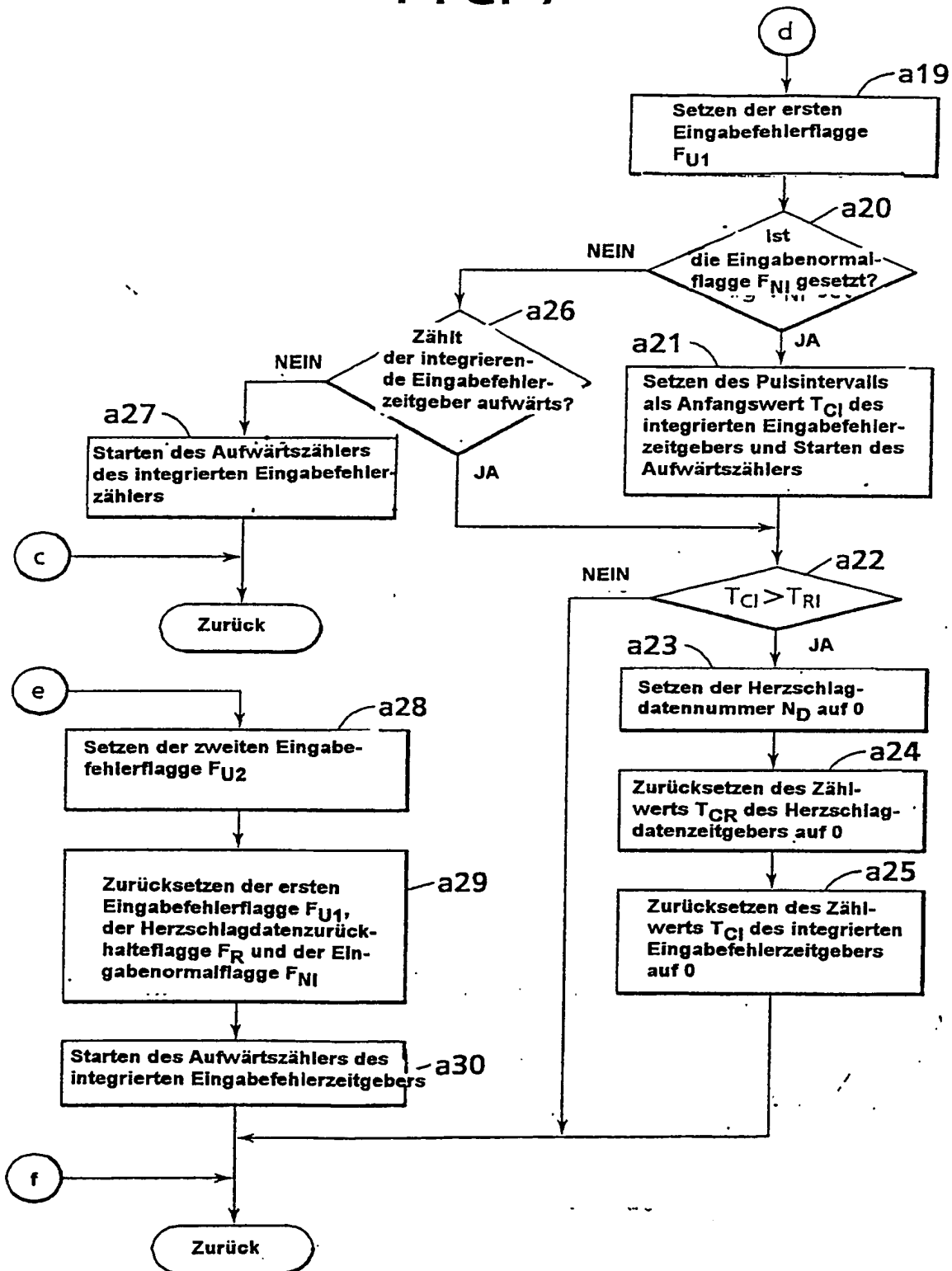


FIG. 8

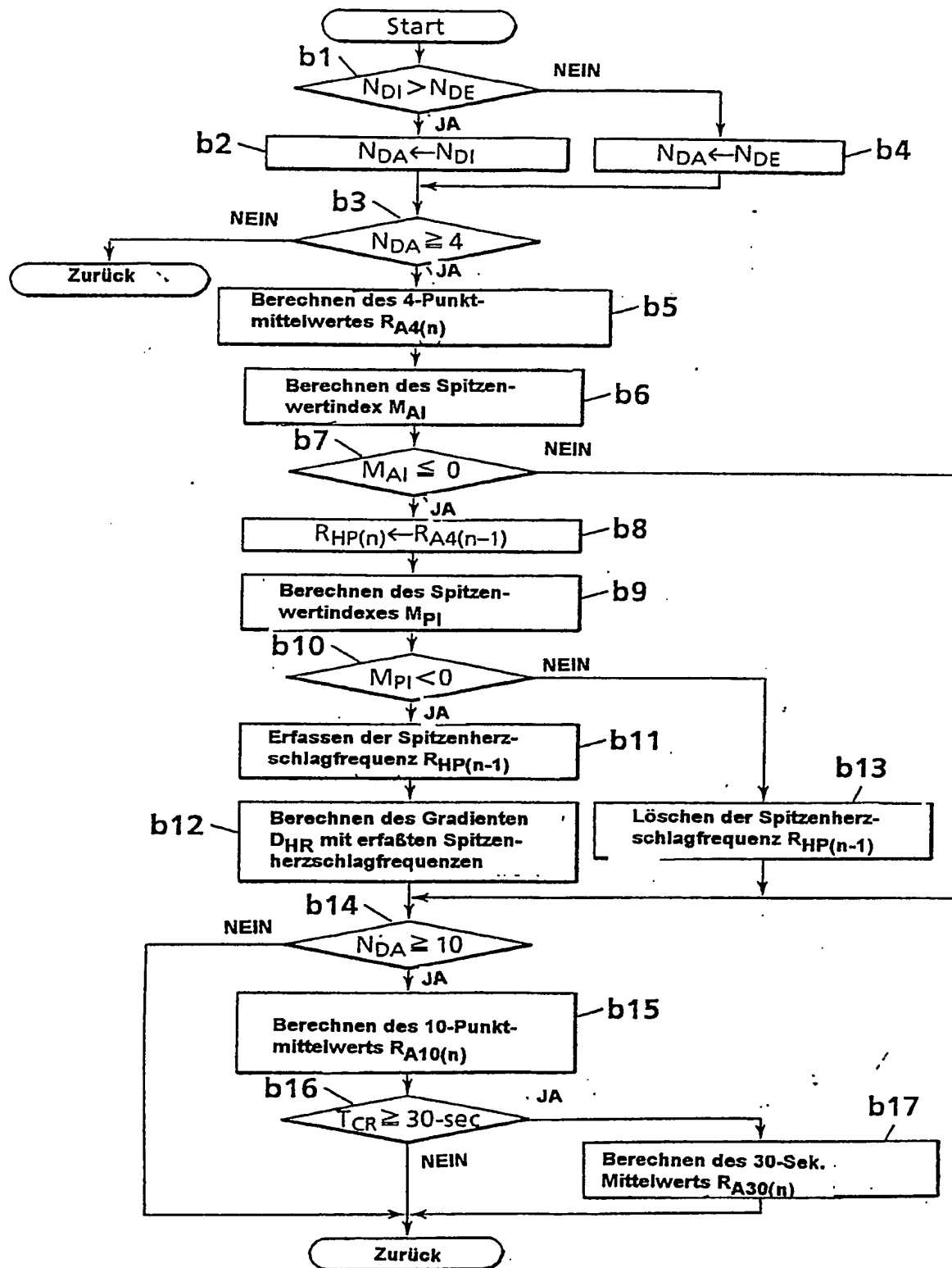


FIG. 9

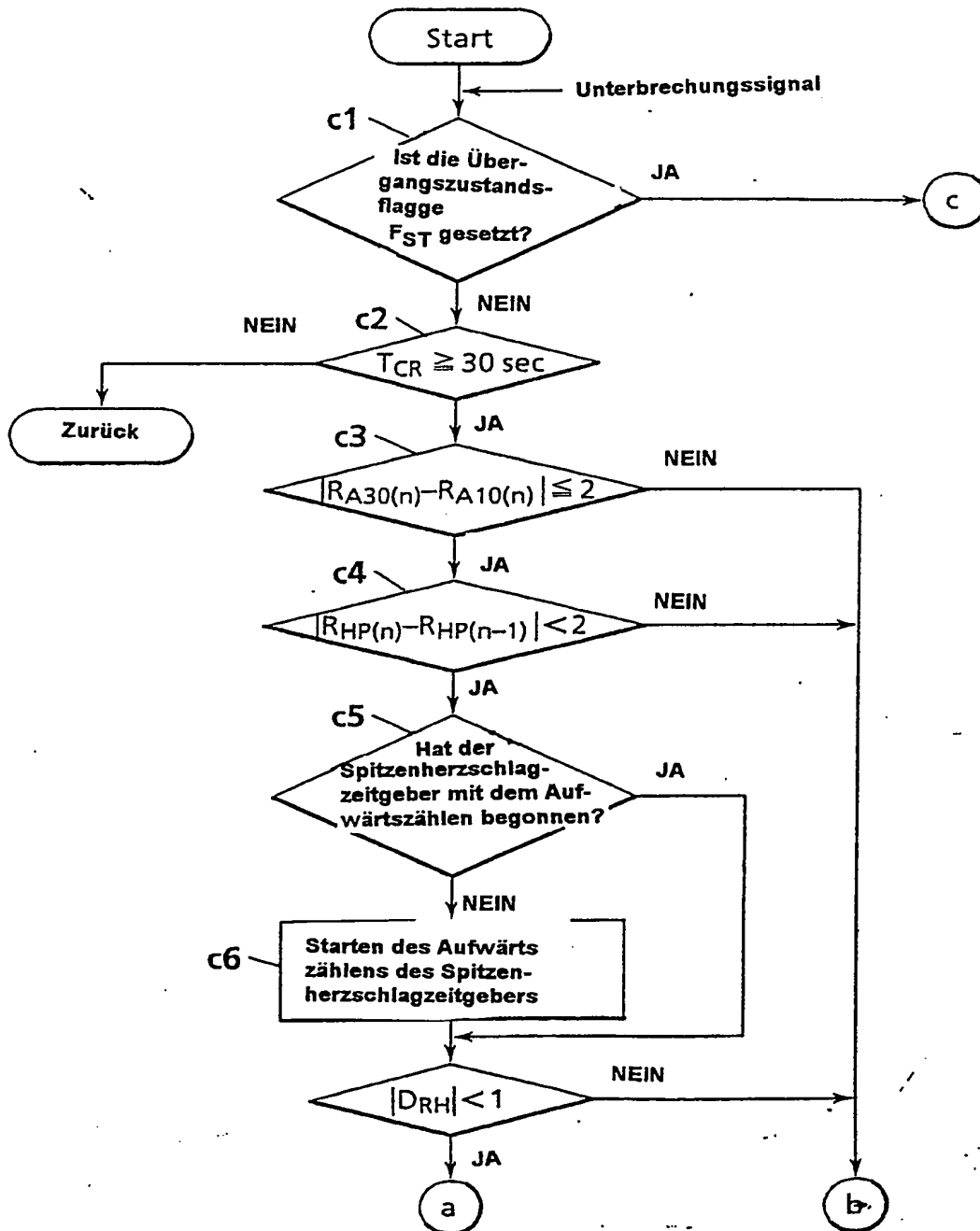


FIG. 10

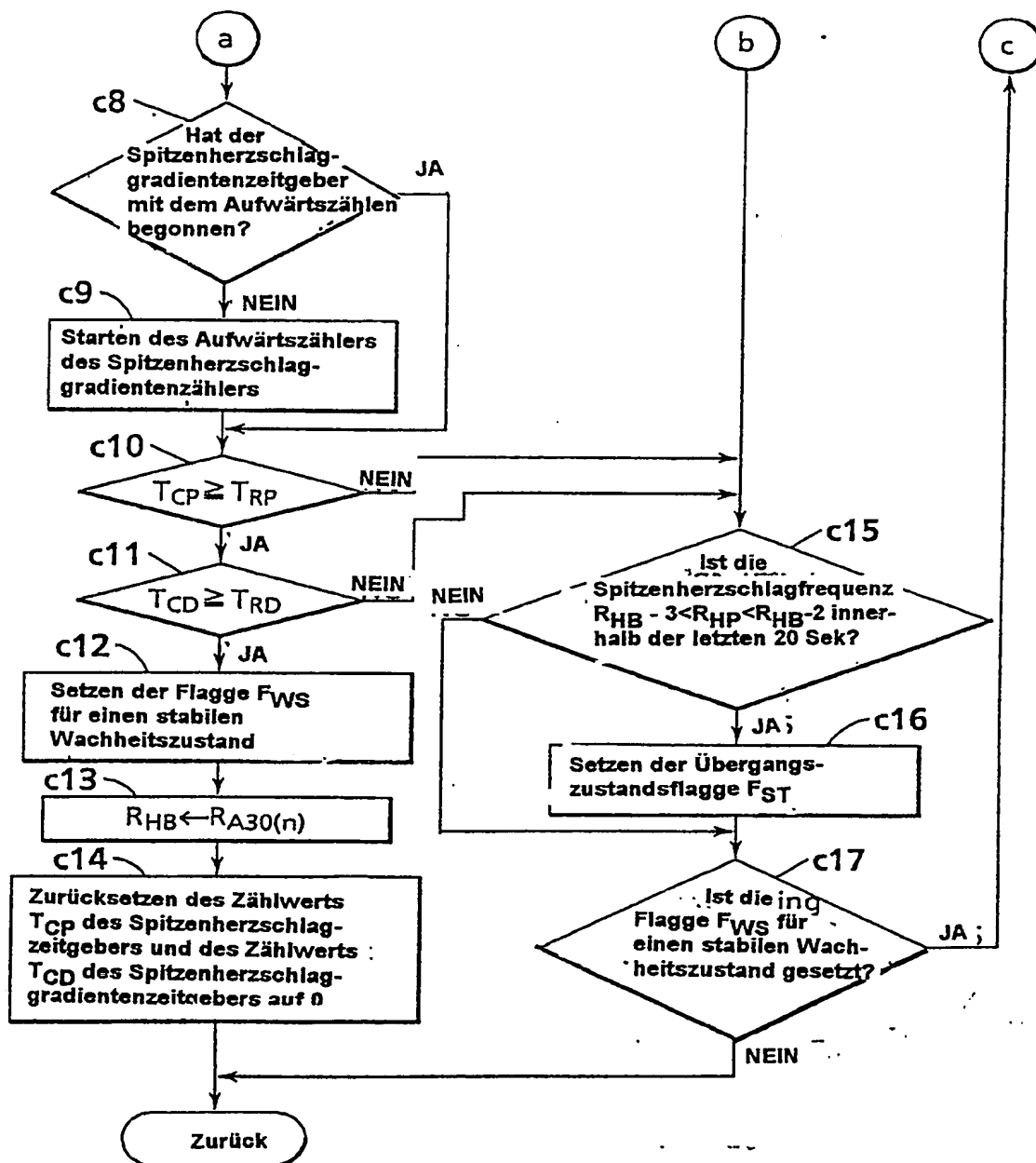


FIG. 11

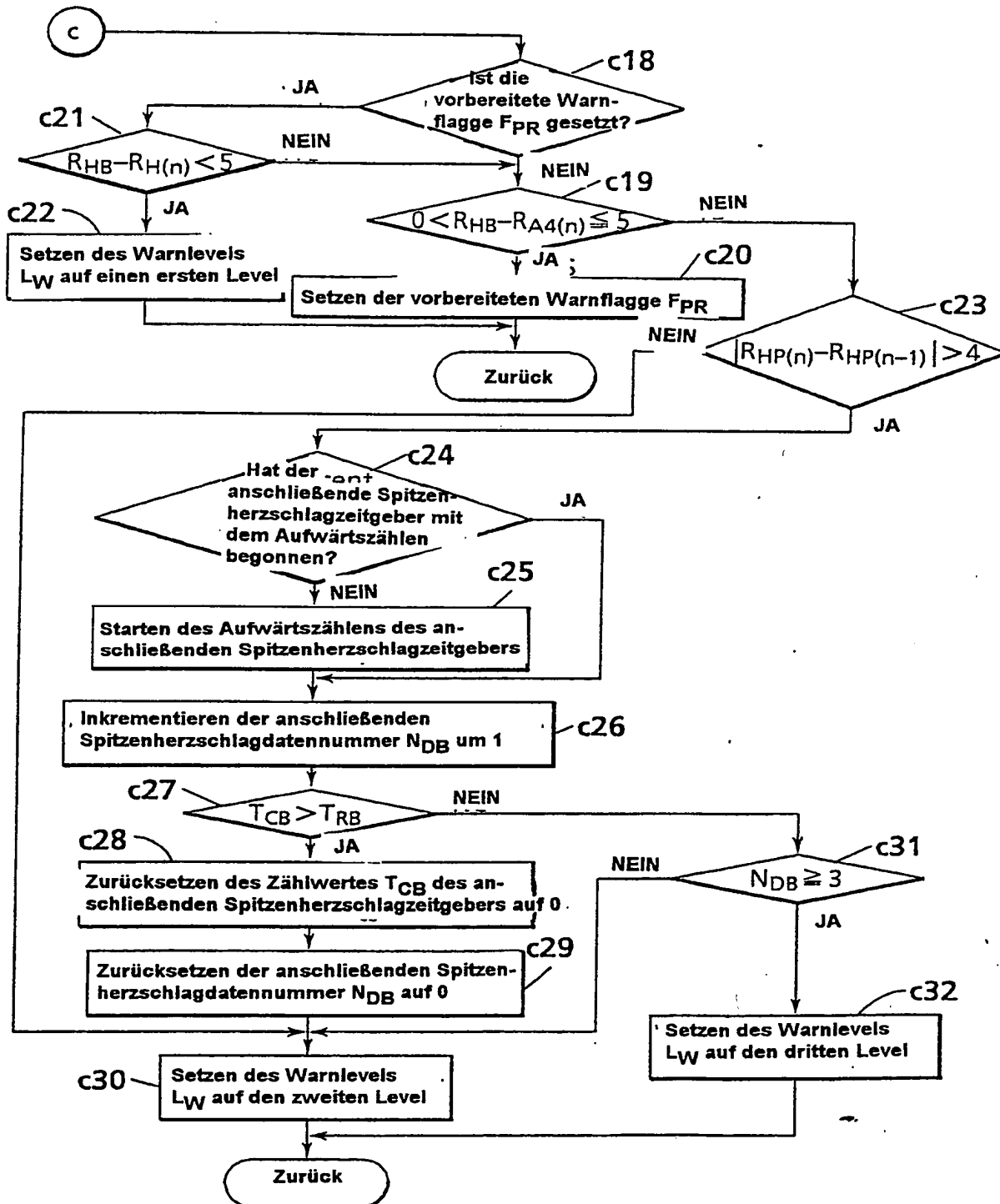


FIG. 12

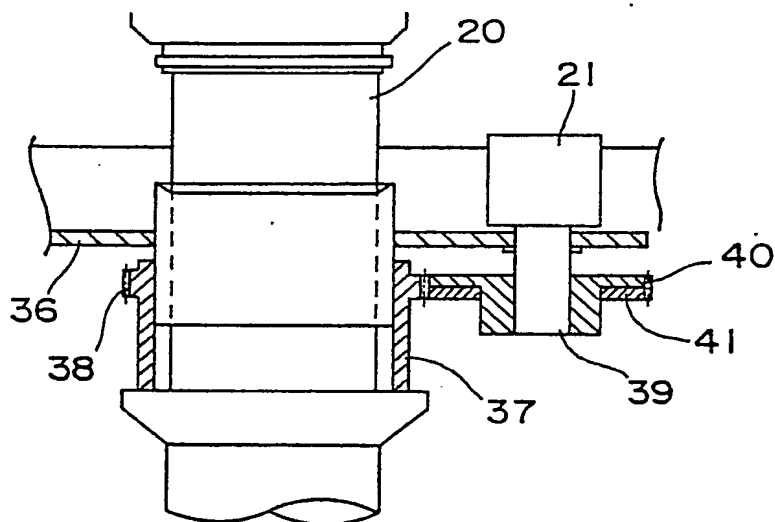


FIG. 13

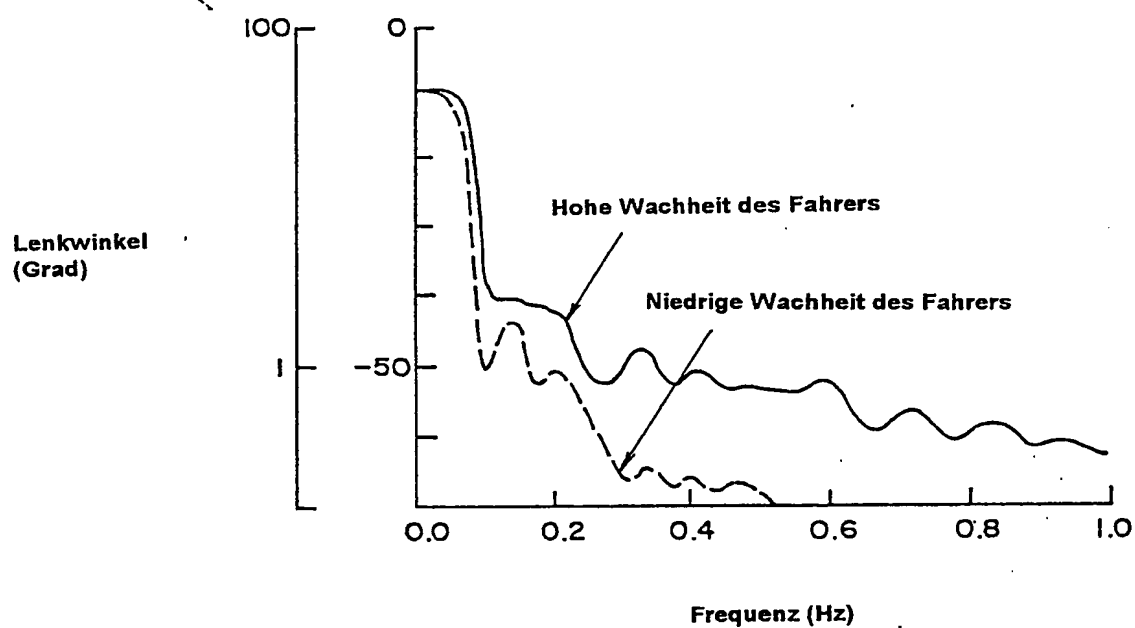


FIG. 14

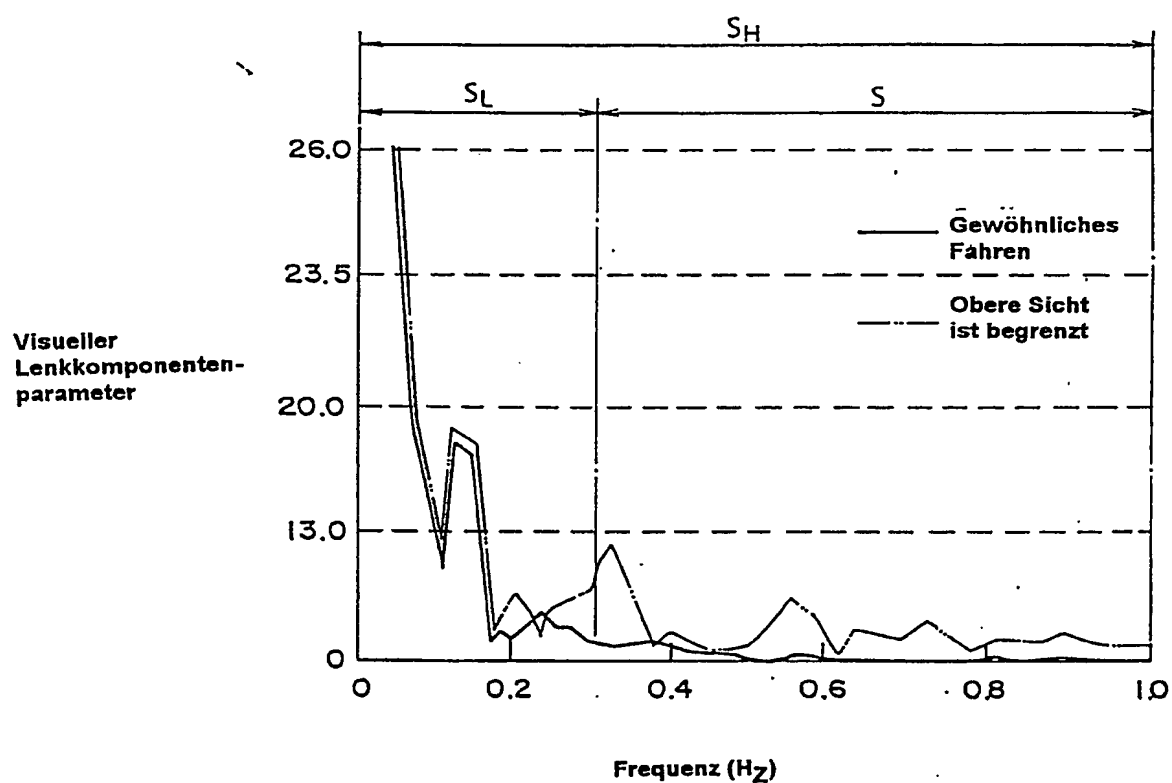


FIG. 15

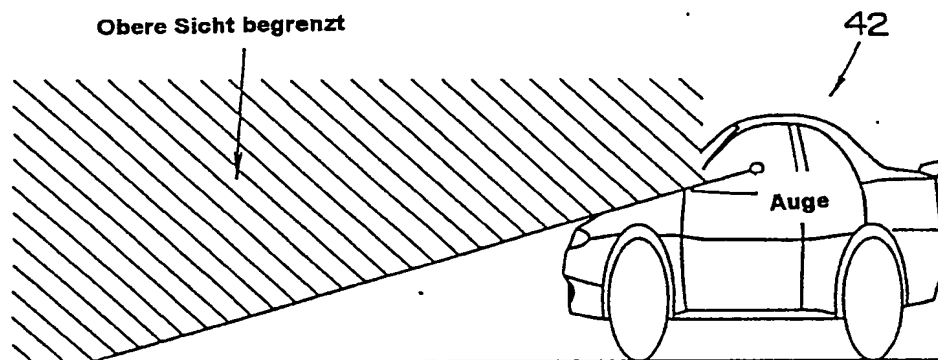


FIG. 16

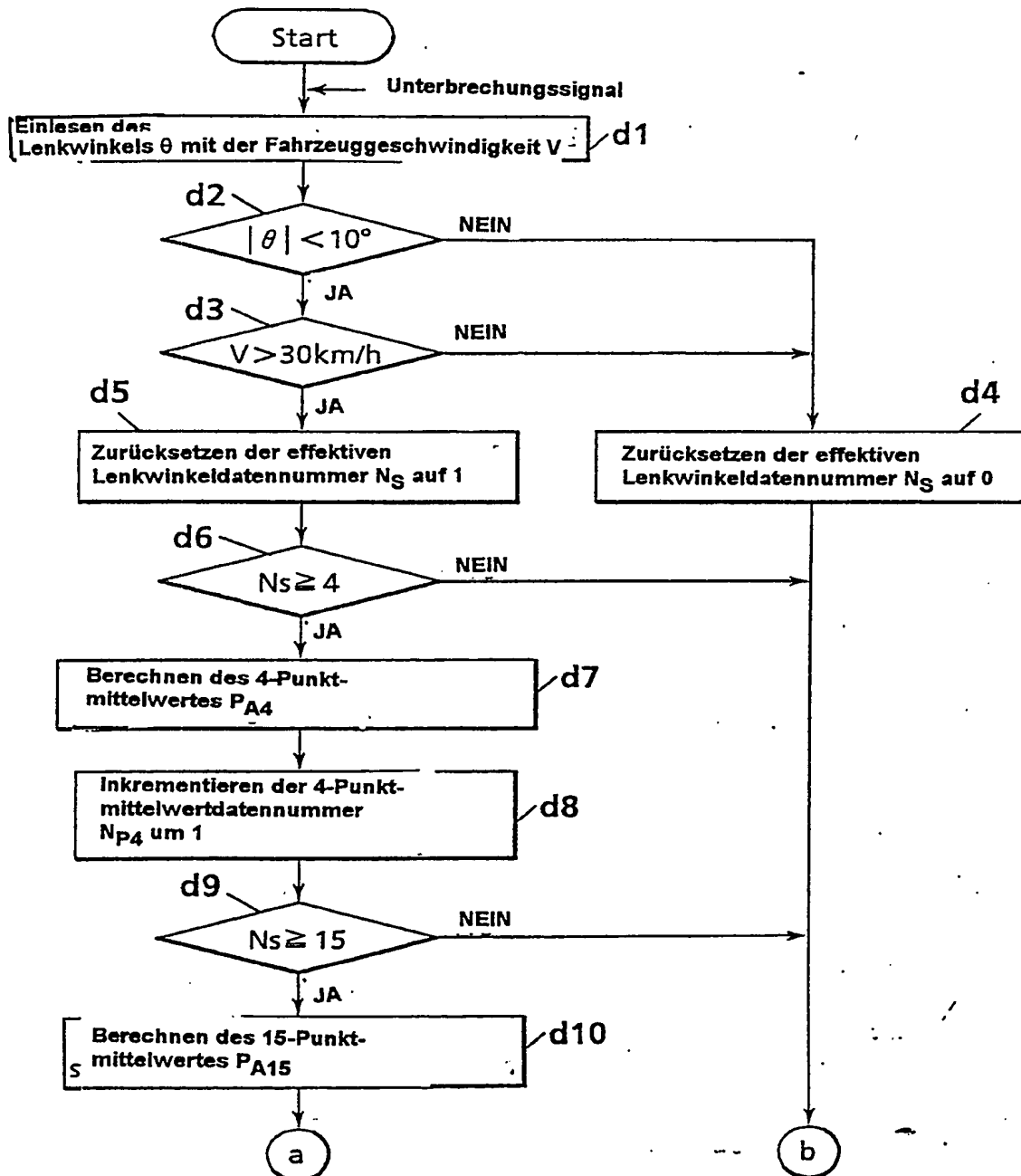


FIG. 17

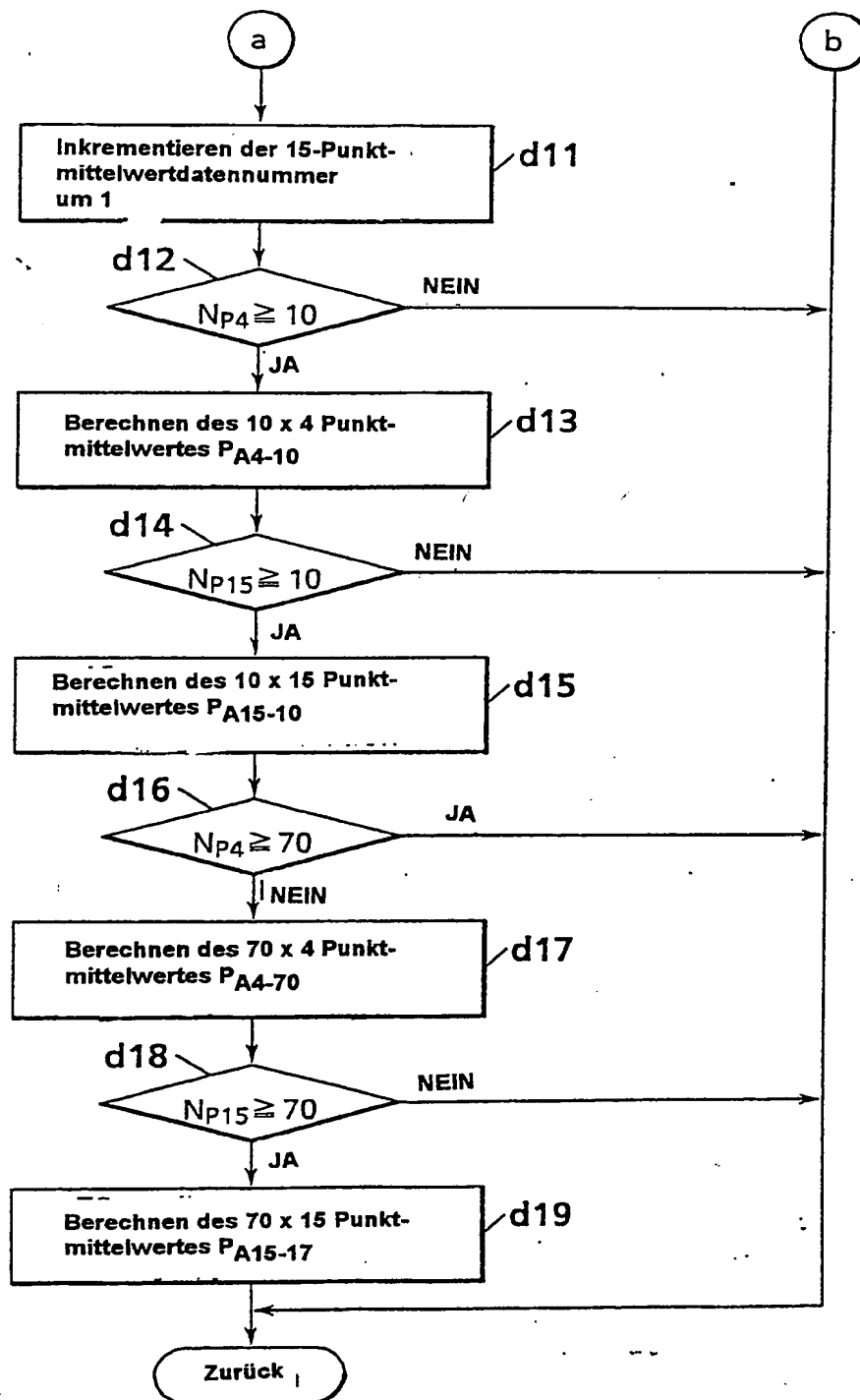


FIG. 18

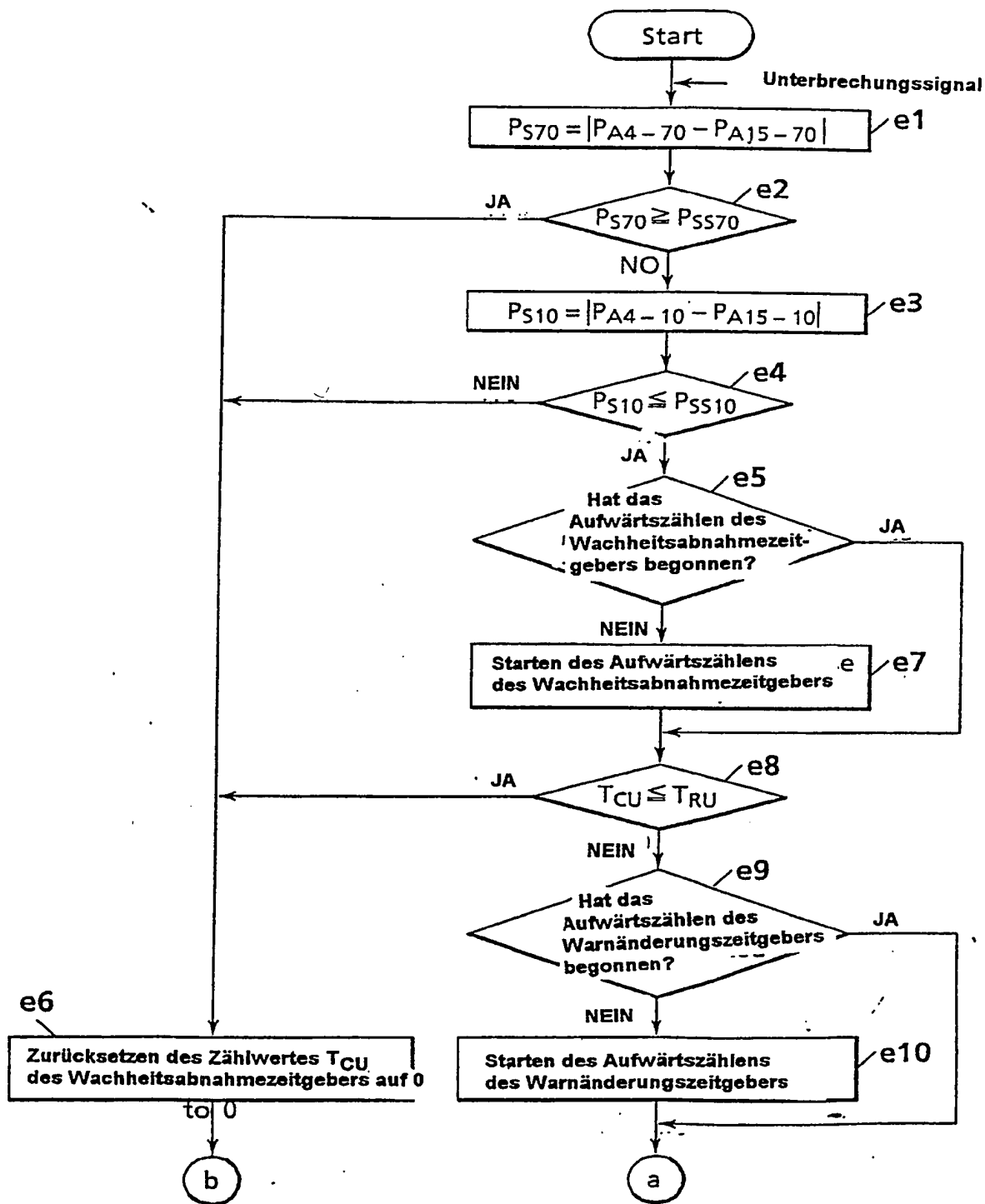


FIG. 19

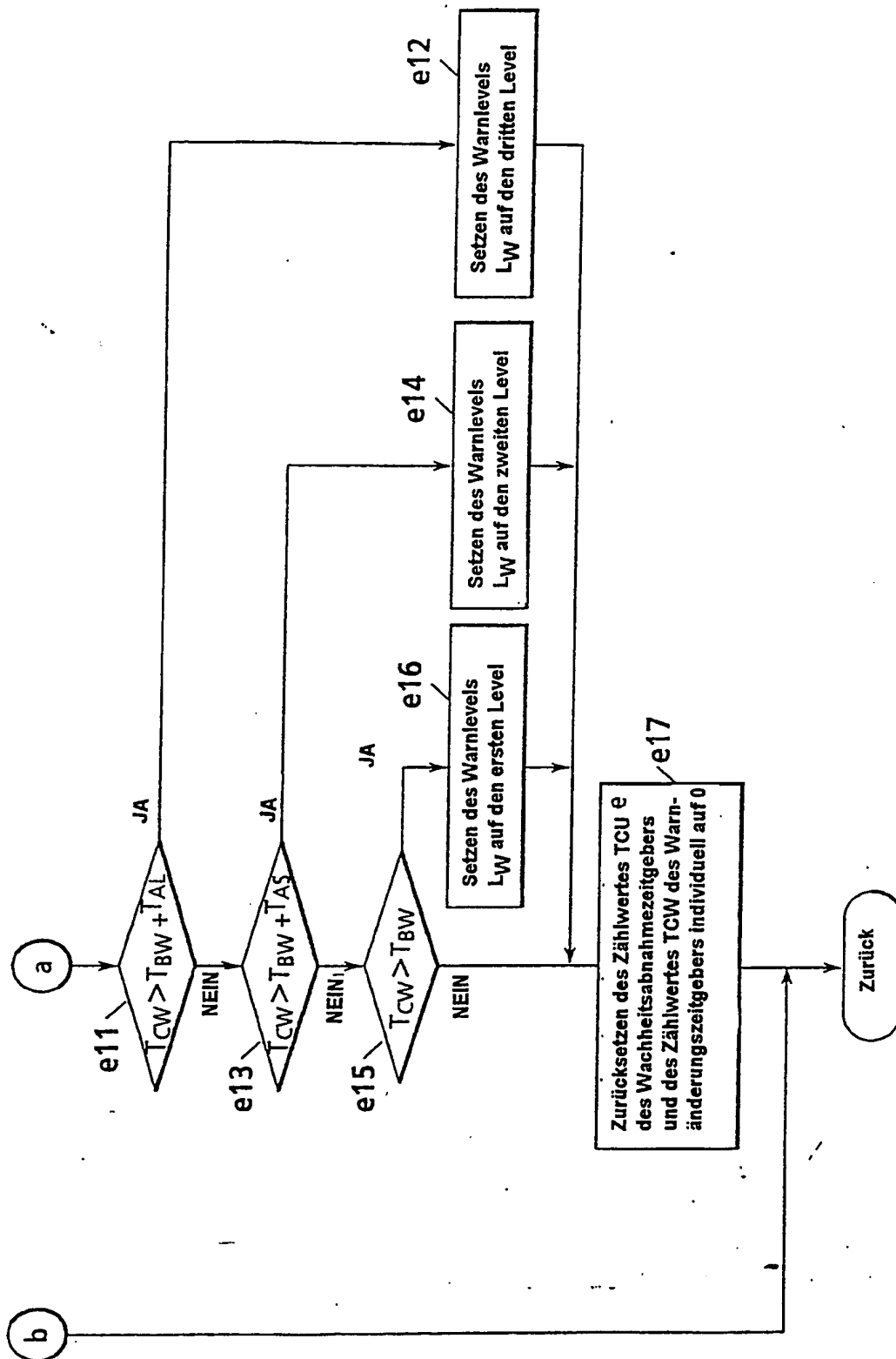


FIG. 20

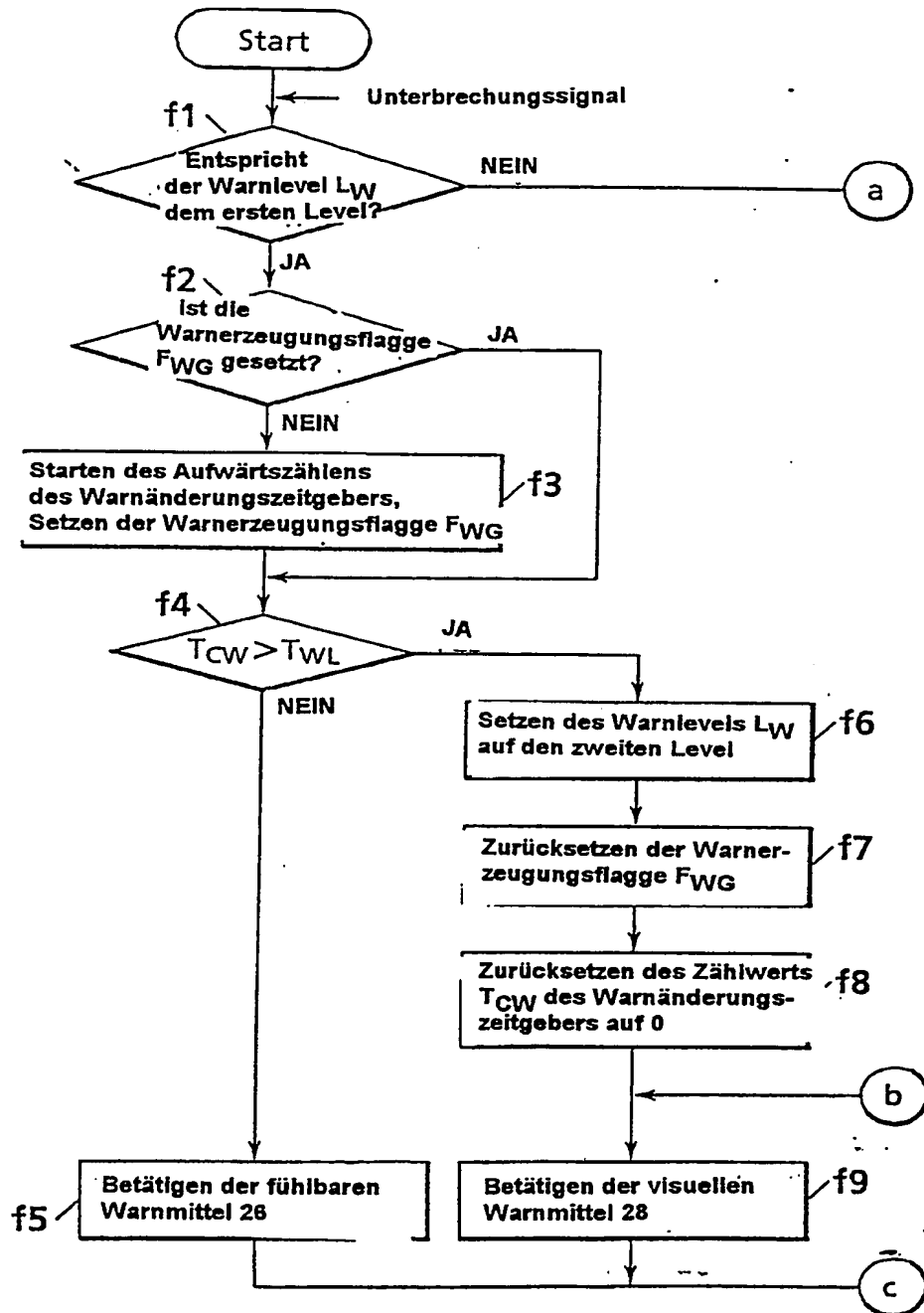


FIG. 21

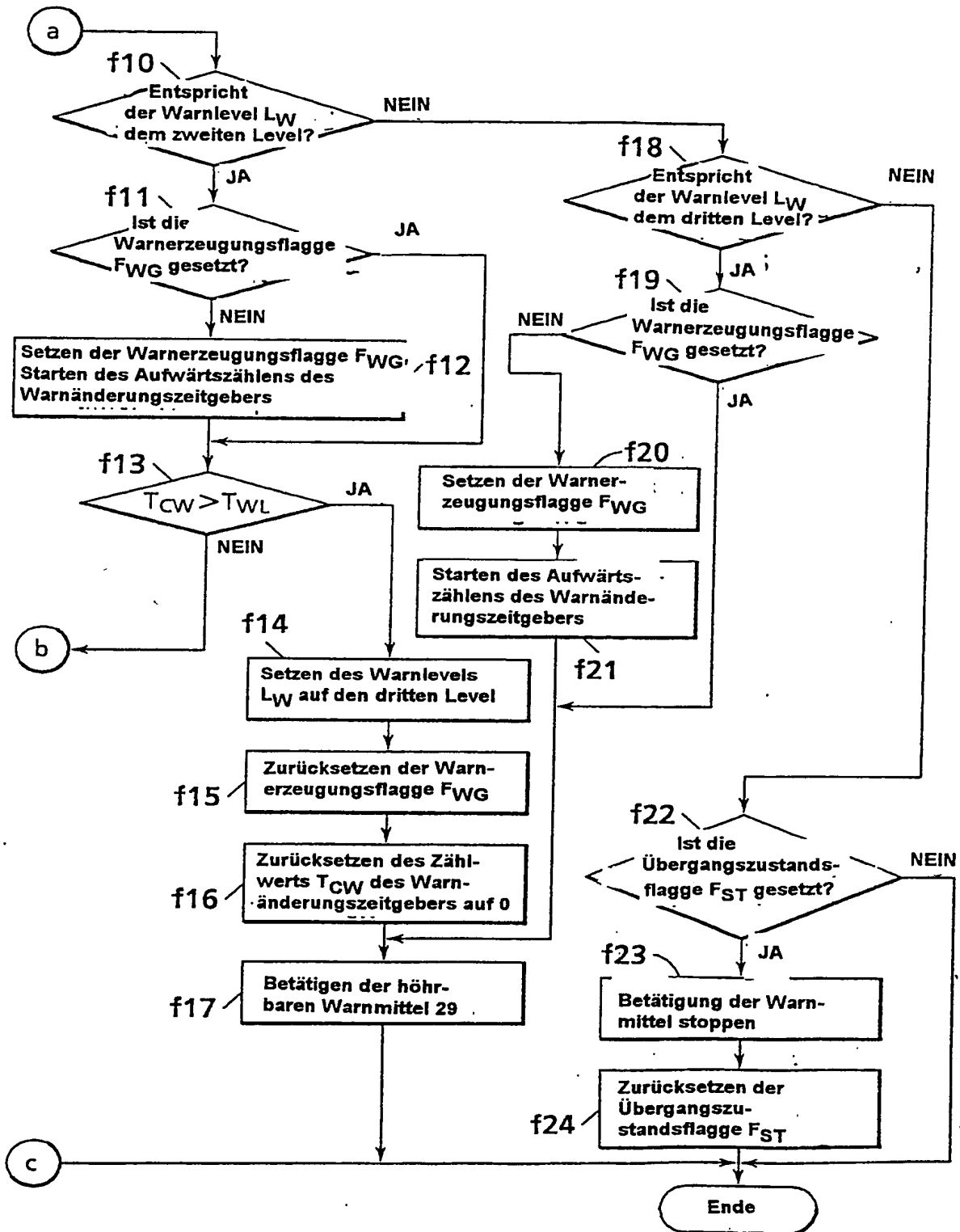


FIG. 22

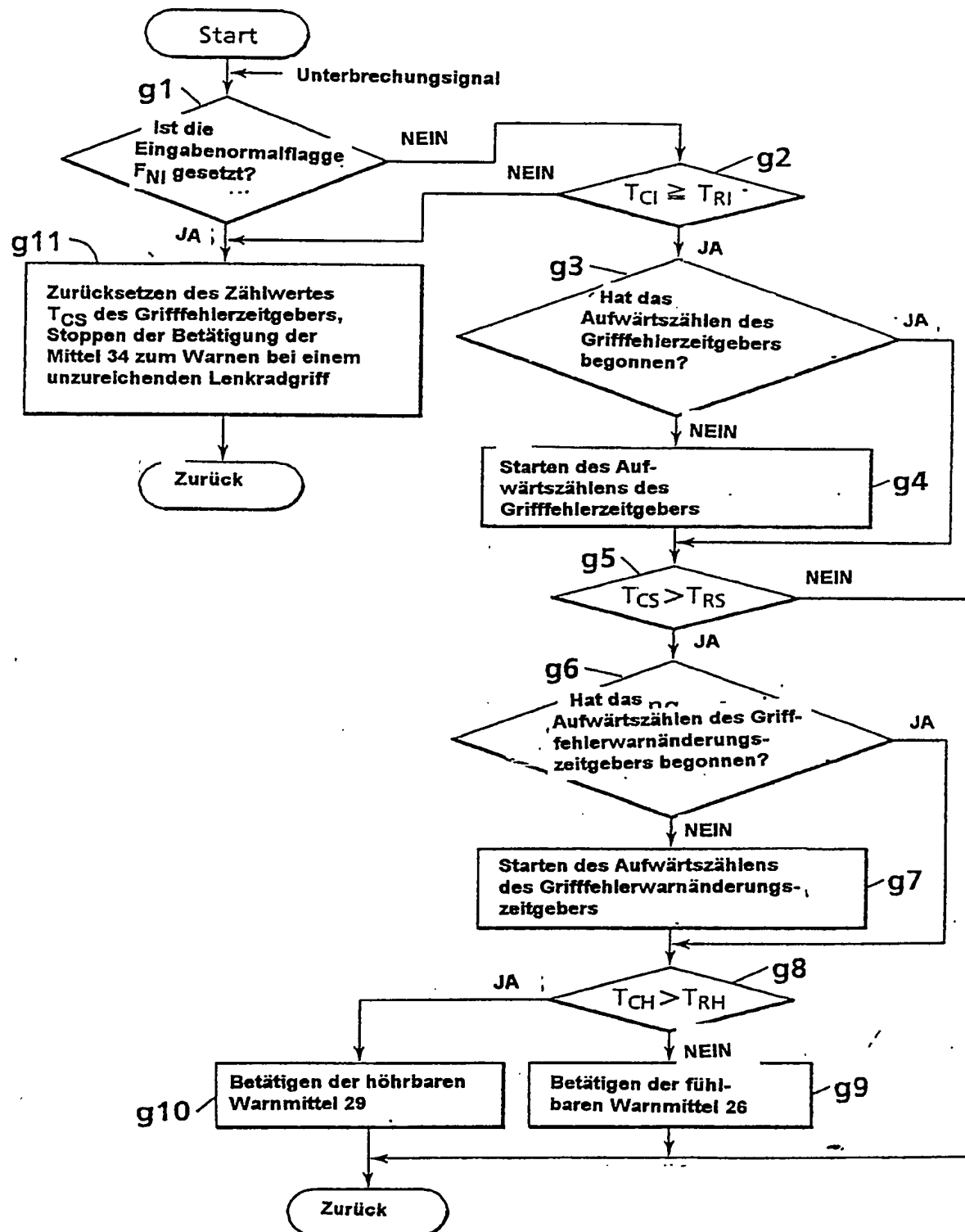


FIG. 23

